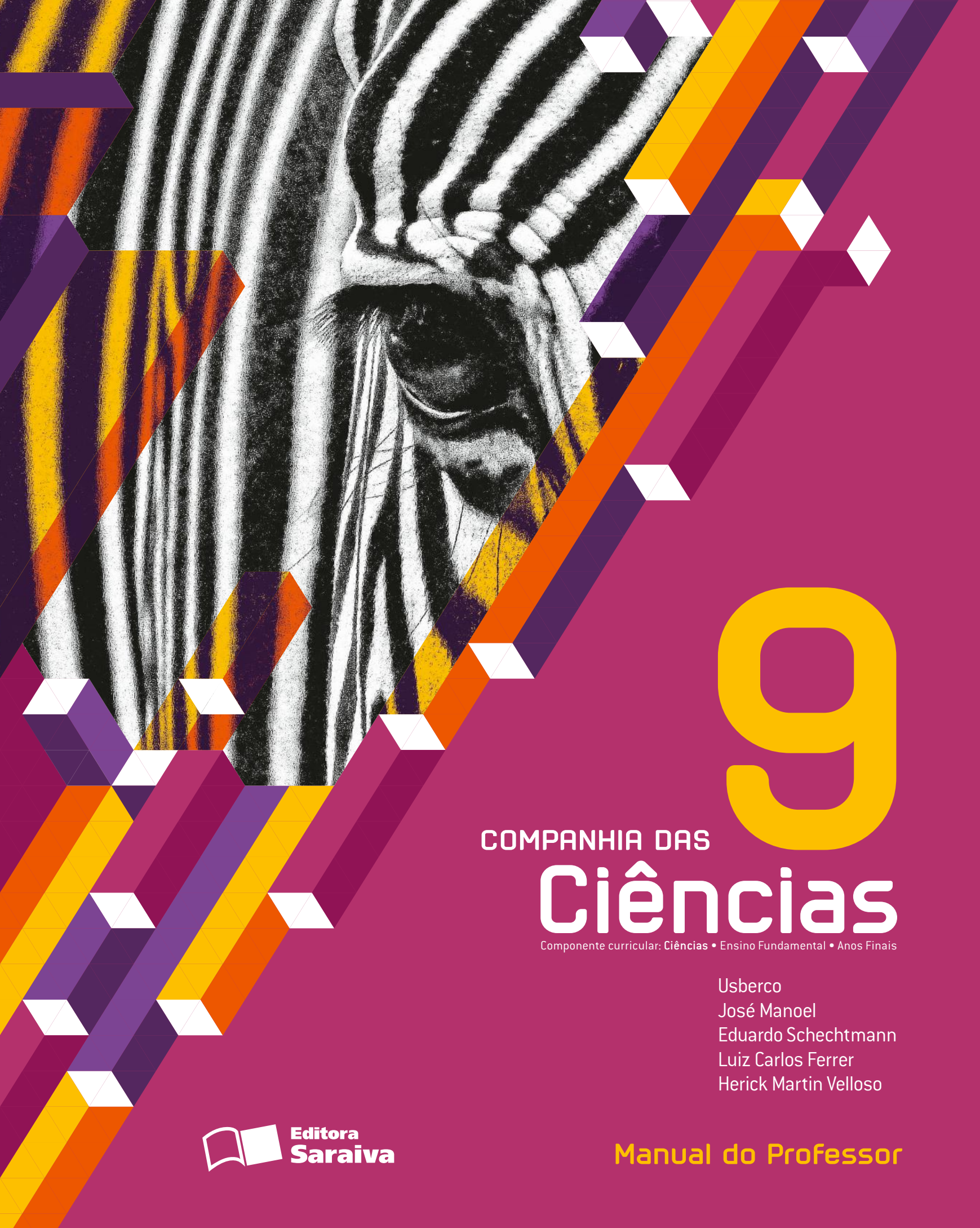




9

COMPANHIA DAS

Ciências

Componente curricular: Ciências • Ensino Fundamental • Anos Finais

Usberco
José Manoel
Eduardo Schechtmann
Luiz Carlos Ferrer
Herick Martin Velloso

 **Editora
Saraiva**

Manual do Professor



COMPANHIA DAS

Ciências

Manual do Professor

João Usberco

Bacharel em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de São Paulo (USP)
Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas
Professor de Química na rede particular de ensino (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental e de Química do Ensino Médio

José Manoel Martins

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências e pela Faculdade de Educação da USP
Mestre e doutor em Ciências (área de Zoologia) pelo Instituto de Biociências da USP
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental e de Biologia do Ensino Médio

Eduardo Schechtmann

Licenciado em Biologia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Pós-graduado pela Faculdade de Educação da Unicamp
Coordenador de Ciências na rede particular de ensino
Consultor e palestrante na área de educação
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Luiz Carlos Ferrer

Licenciado em Ciências Físicas e Biológicas
Especialista em Instrumentação e Metodologia para o Ensino de Ciências e Matemática e em Ecologia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC-SP)
Especialista em Geociências pela Unicamp
Pós-graduado em Ensino de Ciências do Ensino Fundamental pela Unicamp
Professor efetivo aposentado da rede pública (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Herick Martin Velloso

Licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp-SP)
Professor de Física na rede particular de ensino (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Componente curricular
Ciências

Ensino Fundamental
Anos Finais



Editora
Saraiva

5ª edição • São Paulo, 2018

Direção geral: Guilherme Luz

Direção editorial: Luiz Tonolli e Renata Mascarenhas

Gestão de projeto editorial: Mirian Senra

Gestão de área: Isabel Rebelo Roque

Coordenação: Fabíola Bovo Mendonça

Edição: Bárbara Odria Vieira, Bianca Von Muller Berneck,
Erich Gonçalves da Silva, Hélen Akemi Nomura,
Marcela Pontes, Paula Amaral e Regina Melo Garcia

Gerência de produção editorial: Ricardo de Gan Braga

Planejamento e controle de produção: Paula Godo,
Roseli Said e Marcia Pessoa dos Santos

Revisão: Hélia de Jesus Gonsaga (ger.), Kátia Scaff Marques (coord.),
Rosângela Muricy (coord.), Ana Paula C. Malfa, Brenda T. M. Moraes,
Célia Carvalho, Claudia Virgílio, Daniela Lima, Flavia S. Vênezio,
Gabriela M. Andrade, Heloisa Schiavo, Lilian M. Kumai,
Luciana B. Azevedo, Raquel A. Taveira, Sandra Fernandez, Sueli Bossi,
Amanda T. Silva e Bárbara de M. Genereze (estagiárias)

Arte: Daniela Amaral (ger.), André Gomes Vitale (coord.)
e Alexandre Miasato Uehara (edição de arte)

Diagramação: Essencial Design

Iconografia: Silvio Klugin (ger.), Roberto Silva (coord.),
Tempo Composto Ltda e Mariana Sampaio (pesquisa iconográfica)

Licenciamento de conteúdos de terceiros: Thiago Fontana (coord.),
Luciana Sposito e Angra Marques (licenciamento de textos), Erika Ramires, Luciana
Pedrosa Bierbauer, Luciana Cardoso e Claudia Rodrigues (analistas adm.)

Tratamento de imagem: Cesar Wolf e Fernanda Crevin

Ilustrações: Estúdio Ampla Arena, Paulo Cesar Pereira,
Rosângela Stefano Ilustrações

Design: Gláucia Correa Koller (ger.),
Luis Vassalo (proj. gráfico e capa),
Gustavo Vanini e Tatiane Porusselli (assist. arte)

Foto de capa: Pedro Venncio/EyeEm/Getty Images

Esta obra conta também com conteúdos elaborados
por Edgard Salvador (*in memoriam*).

Todos os direitos reservados por Saraiva Educação S.A.

Avenida das Nações Unidas, 7221, 1º andar, Setor A –
Espaço 2 – Pinheiros – SP – CEP 05425-902
SAC 0800 011 7875
www.editorasaraiva.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Companhia das ciências, 9º ano : ensino fundamental, anos
finais / Usberco... [et al.] -- 5. ed. -- São Paulo :
Saraiva, 2018.

Suplementado pelo manual do professor.

Bibliografia.

Outros autores: José Manoel, Eduardo Schechtmann, Luiz
Carlos Ferrer, Herick Martin Velloso
ISBN: 978-85-472-3635-9 (aluno)
ISBN: 978-85-472-3636-6 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental). I. Usberco. II.
Manoel, José. III. Schechtmann, Eduardo. IV. Ferrer, Luiz
Carlos. V. Velloso, Herick Martin.

2018-0030

CDD: 372.35

Juliana do Nascimento - Bibliotecária - CRB - 8/010142

2018

Código da obra CL 820647

CAE 631652 (AL) / 631744 (PR)

5ª edição

1ª impressão



Impressão e acabamento

Caro professor,

Esta coleção foi escrita por professores. Assim como você, sabemos das dificuldades que todo professor enfrenta ao fazer o planejamento diário de suas aulas, selecionando propostas significativas que mobilizem os estudantes a participar da construção do conhecimento e do desenvolvimento de competências e habilidades, condição para que se tornem cidadãos integrados na sociedade e comprometidos com as mudanças tão desejadas e necessárias. Também temos consciência das dificuldades encontradas pelo professor na gestão do tempo e do espaço da sala de aula, no trabalho com os recursos disponíveis e muitas vezes longe do ideal, na seleção de instrumentos de avaliação adequados, na elaboração de propostas para os estudantes com dificuldades, entre outros obstáculos inerentes à atividade docente.

Além disso, temos um novo desafio pela frente: Como construir um currículo com base na BNCC e garantir que ele se efetive na escola? Como ensinar habilidades e competências? Como selecionar procedimentos didáticos coerentes com as habilidades e competências que queremos que nossos estudantes desenvolvam? E como podemos avaliar se estamos atendendo as demandas que os diversos documentos oficiais propõem no que se refere à educação do país?

Nosso objetivo com esta coleção não é trazer respostas prontas e acabadas para essas questões, mas propor caminhos para que você, professor, possa refletir sobre sua prática pedagógica e construir, com os seus estudantes, a sua própria narrativa que, mesmo permeada de descobertas e incertezas, de virtudes e fragilidades, possa se manter sempre comprometida com a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Afinal, entendemos a educação como um processo contínuo de construção coletiva de conhecimentos, habilidades e competências, no qual diversos atores sociais participam e interagem, mas que tem como protagonistas principais o **professor** e o estudante.

Nesta longa jornada, estaremos juntos com você, abertos a críticas e opiniões que possam ajudar a aprimorar o nosso trabalho e a estreitar cada vez mais esta nossa parceria, para que juntos possamos construir um país melhor.

Um forte abraço e bom trabalho!

Os autores

SUMÁRIO

Orientações Gerais

I. Introdução	VI
Relações entre dado, informação e conhecimento	VI
O mundo dos estudantes e as Ciências em seu mundo	VII
Conhecimentos e concepções prévias	VII
Influência da sociedade, dos meios de comunicação e das redes sociais na percepção pública da Ciência e da Tecnologia	VIII
II. Paradigmas e referenciais teóricos do ensino de Ciências	IX
III. O papel do estudante como construtor do conhecimento	XI
IV. Diferentes estratégias de trabalho com os estudantes	XII
Estudo do meio	XII
Conhecer para planejar	XII
Roteiro de observações e registro	XII
Relação entre estudo do meio e sala de aula	XIII
Uso de <i>sites</i> e aplicativos da internet	XIII
Escolha do ecossistema e divisão dos grupos	XIII
Desenvolvimento da pesquisa	XIV
Apresentação do trabalho	XIV
Construção de maquetes	XIV
Escolha e pesquisa da estrutura a ser representada	XV
Planejamento da construção da maquete	XV
Construção da maquete e organização da exposição	XV
Debate e júri simulado	XV
Estudo prévio dos aspectos científicos, socioeconômicos e físico-ambientais relacionados ao tema	XVI

Preparação para a dinâmica (debate ou júri simulado)	XVI
Execução do procedimento didático	XVI
Minuto científico	XVII
Seleção de fontes de informação, escolha da reportagem e preparação da apresentação	XVII
Apresentação oral	XVII
Mapa conceitual	XVIII
Seleção dos conceitos e organização espacial do mapa	XVIII
Transcrição do mapa para o papel	XIX
Vídeos didáticos e filmes	XIX
Elaboração de roteiro de observações e registro	XIX
Socialização das impressões e informações coletadas pelos estudantes	XIX
Discussão sobre o filme e contextualização em relação aos temas estudados	XX
Atividade prática	XX
Conhecendo objetos de laboratório	XX
Propondo um desafio de criar um objeto de laboratório	XX
Registro das informações	XXI
Como avaliar o desenvolvimento do estudante?	XXI
Para além do ensino disciplinar	XXII
V. Qual é o nosso papel como educadores para melhorar nossa sociedade?	XXIII
VI. A BNCC na coleção	XXIV
Material Digital do Professor	XXIV
As habilidades e os objetos de conhecimento da BNCC na coleção	XXV
VII. Os temas da coleção	XXX
VIII. Referências bibliográficas	XXXII

Reprodução do livro do estudante com orientações específicas para o 9º ano

Unidade 1 – Vida e Evolução	8
Capítulo 1 – Cidades sustentáveis	10
Atividades	20
Capítulo 2 – Protegendo paisagens	25
Atividades	35
Capítulo 3 – Evolução dos seres vivos	39
Atividades	48
Capítulo 4 – O parentesco das espécies.....	52
Atividades	63
Capítulo 5 – Genética e seus fundamentos	66
Atividades	78
Capítulo 6 – Genética no século XXI.....	81
Atividades	91
Unidade 2 – Matéria e Energia	94
Capítulo 7 – A matéria e os átomos	96
Atividades	104
Capítulo 8 – Os estados físicos da matéria e suas características.....	107
Atividades	117
Capítulo 9 – Descobrindo a estrutura atômica.....	123
Atividades	135
Capítulo 10 – Luz e cores	139
Atividades	154
Capítulo 11 – Ondulatória	158
Atividades	173
Capítulo 12 – Radiações eletromagnéticas.....	178
Atividades	186
Unidade 3 – Terra e Universo	188
Capítulo 13 – Ciclo das estrelas	190
Atividades	205
Capítulo 14 – Sistema Solar.....	208
Atividades	223
Capítulo 15 – Etnoastronomia.....	226
Atividades	237
Capítulo 16 – A vida fora da Terra.....	240
Atividades	253
Referências bibliográficas	256

I. Introdução

A sociedade atual é comumente chamada de “Sociedade da Informação”, ou também “Sociedade do Conhecimento”, ou ainda “Sociedade da Informação e do Conhecimento”. Já o período em que vivemos é conhecido como a “Era dos Grandes Dados”, devido à imensa disponibilidade de dados que, graças ao desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TICs), podem ser acessados pelos cidadãos comuns. Por outro lado, os impactos causados pelas atividades humanas no planeta Terra levaram alguns cientistas a propor que estamos em um novo período geológico – o “Antropoceno” – no qual o *Homo sapiens* (do latim, significa ‘homem que sabe’), apoiado em seus avanços científicos e tecnológicos, tornou-se uma força geológica que vem modificando a Terra.

Em meio a esse grande volume de dados, informações, conhecimentos e tecnologias a que estamos expostos, o

questionamento que nós, professores, podemos fazer é: *Qual é nosso papel como educadores para melhorar a sociedade?* Para refletirmos sobre essa pergunta, é importante conhecermos quem são nossos alunos, como eles aprendem e como podem se tornar agentes de mudanças desejáveis para a melhoria da nossa sociedade e do ambiente em que vivemos. O passo inicial que propomos aqui para essa reflexão é que você responda à seguinte questão: *Dado, informação e conhecimento são sinônimos?*

Relações entre dado, informação e conhecimento

Para responder à questão proposta anteriormente, analise a tabela a seguir com estimativas da biodiversidade do Cerrado:

	Número de espécies	Endêmicas	Nível de endemismo (%)	Brasil (%)	Ameaçadas
Invertebrados	67000	N/D*	N/D*	20	N/D*
Plantas	10000	4400	44	18	N/D*
Mamíferos	199	45	22,6	38	21
Aves	837	45	5,3	52	33 [14 endêmicas]
Anfíbios	195	42	21,5	38	3
Peixes	1200	350	29	44	N/D*
Répteis	180	20	11	38	15

*N/D – Não disponível.

Fonte: QUEIROZ, Fábio Albergaria. Impactos da sojaicultura de exportação sobre a biodiversidade do Cerrado. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (2): 193-209, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n2/a13v21n2.pdf>> [acesso em: 26 set. 2018].

Você diria que essa tabela contém dados, informações ou conhecimentos?

Considere o número 199 apresentado no cruzamento da 3ª linha com a 1ª coluna da tabela: Esse registro é um dado, uma informação ou um conhecimento? Obviamente que, se analisado de forma isolada, 199 é um *dado* que se refere ao número total de espécies de mamíferos estimado para o Cerrado. Mas, ao **relacionar** esse dado com outros dados presentes na 3ª linha da tabela, podemos começar a gerar *informação*, isto é, podemos **analisar** o contexto do qual faz parte cada dado e **entender** o que eles significam. Por exemplo, podemos verificar se a taxa de endemismo de mamíferos é proporcionalmente significativa em relação ao total de espécies deste grupo taxonômico no Cerrado. Assim, conforme ampliamos o número de dados analisados e geramos mais informações, podemos

sintetizar essas informações de forma a **elaborar hipóteses e conclusões** e, com isso, produzimos *conhecimento*. Portanto, podemos considerar que o conhecimento produzido pela síntese da tabela é que a maioria dos grupos possui taxa de endemismo relativamente elevada, acima de 20%, o que indica a importância de se conservar a biodiversidade do Cerrado.

Com base nesse exemplo, podemos verificar que, embora estreitamente relacionados, dado, informação e conhecimento não são sinônimos. Além disso, é possível identificar algumas habilidades (palavras em negrito) necessárias para competências relacionadas ao desenvolvimento do pensamento científico e crítico¹. O aprimoramento dessas e de ou-

1 No documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), há competências gerais da Educação Básica descritas que estão diretamente relacionadas com o pensamento

tras habilidades pode ser alcançado com o auxílio de técnicas e tecnologias que permitem a coleta de mais dados e, conseqüentemente, a geração de mais informações.

A luneta e o microscópio são exemplos históricos disso. Atualmente, as tecnologias de informação e comunicação apresentam um grande potencial em gerar novos conhecimentos para a nossa sociedade com base em dados e informações já produzidos. Em tempos de uma “modernidade líquida”² e de um mundo caracterizado pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade³, as colaborações indivíduos-grupos e seres humanos-máquinas em prol de uma inteligência coletiva podem ser caminhos para lidar com os desafios atuais que enfrentamos. Apesar de isso parecer muito distante de nossa realidade escolar, devemos nos lembrar quem são nossos alunos e quais são suas realidades.

O mundo dos estudantes e as Ciências em seu mundo

Como afirmado anteriormente, vivemos em um tempo em que a Ciência e a Tecnologia estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas. Na vida de nossos estudantes, isso não é diferente: além dos fenômenos naturais que sempre despertaram a curiosidade humana, as crianças e os adolescentes estão imersos em um universo repleto de informações e produtos ligados a conhecimentos científicos e tecnológicos. Temos, hoje em dia, nas nossas salas de aula, os chamados “nativos digitais”. O termo se refere às crianças e aos adolescentes que já nasceram imersos em um mundo repleto de produtos e processos ligados às tecnologias de informação e comunicação (TIC)⁴, para os quais a internet e

científico e crítico. A seguir apresentamos duas dessas competências: “1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.” e “7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.” (BRASIL, 2017, p. 9)

2 Termo cunhado pelo sociólogo e filósofo Zygmunt Bauman para caracterizar “[...] um momento em que a sociabilidade humana experimenta uma transformação que pode ser sintetizada nos seguintes processos: a metamorfose do cidadão, sujeito de direitos, em indivíduo em busca de afirmação no espaço social; a passagem de estruturas de solidariedade coletiva para as de disputa e competição; o enfraquecimento dos sistemas de proteção estatal às intempéries da vida, gerando um permanente ambiente de incerteza; a colocação da responsabilidade por eventuais fracassos no plano individual; o fim da perspectiva do planejamento a longo prazo; e o divórcio e a iminente separação total entre poder e política.” (OLIVEIRA, 2017)

3 Conceção denominada “Mundo VICA” ou, em inglês, “VUCA World”.

4 Por outro lado, não podemos esquecer que existem os chamados “excluídos digitais”, para os quais as TICs não fazem parte de sua realidade, o que limita sua atuação cidadã no mundo de hoje.

suas redes sociais constituem as principais fontes de dados e informações, influenciando suas visões de mundo e seus posicionamentos críticos.

Sendo assim, a aprendizagem das Ciências – especialmente da área das Ciências da Natureza – torna-se essencial para que nossos estudantes interpretem o mundo e atuem como cidadãos conscientes na sociedade em que estão inseridos. Desde em aspectos mais simples do cotidiano como em questões mais complexas e relevantes, o pouco conhecimento da cultura científica pode facilitar a manipulação das pessoas, fazendo com que a circulação de *fake news* (notícias falsas) científicas, por exemplo, sejam cada vez mais frequentes. Casos recorrentes são de produtos comerciais que usam e abusam do termo “cientificamente comprovado” para atestar sua qualidade sem, no entanto, detalhar se e como tal “comprovação científica” foi realizada. Na verdade, as afirmações que são feitas sobre os fenômenos naturais não podem ser “provadas”, “comprovadas” ou ainda “demonstradas”; apenas podem ser corroboradas empiricamente – se apoiadas por grande número de testes rigorosos – ou falsificadas. Casos mais recentes e graves de *fake news* científicas são exemplificadas por mensagens enviadas por robôs automatizados (ou ‘bots’) e replicadas por pessoas em redes sociais a fim de promover polêmicas e discórdias, como aquelas que desestimulam o uso de vacinas pelos supostos riscos que podem causar. Outro exemplo emblemático das chamadas teorias da conspiração, as quais buscam desqualificar conhecimentos científicos consolidados, é aquele apregoado pela Sociedade da Terra Plana, defensora da ideia de que nosso planeta teria tal formato.

Nesse cenário de manipulações de dados e informações e de incertezas científicas, como posicionar-se em relação, por exemplo, às promessas vindas do uso de células-tronco ou opinar sobre quais fontes de energia seriam mais viáveis e sustentáveis para o Brasil? Temas como esses são frequentemente expostos na mídia e uma análise crítica sobre eles requer conhecimentos básicos de Ciências, sem os quais essa avaliação pode ficar limitada ou mesmo ser inviável.

Mas como garantir que os nossos estudantes incorporem tais conhecimentos e competências? Para tanto, temos que entender como eles constroem conhecimentos significativos.

Conhecimentos e concepções prévias

Antes de cursar os Anos Finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), os estudantes já estabeleceram concepções variadas a respeito da Ciência e da Tecnologia. Dessa forma, ao chegar a essa etapa de sua escolaridade, eles já possuem diversas concepções prévias relacionadas ou não aos temas

que serão abordados até o término desse período escolar. Essas concepções são organizadas em “[...] uma rede de esquemas de conhecimentos. Tais esquemas são definidos como as representações que uma pessoa possui, em um dado momento de sua existência, sobre algum objeto de conhecimento.” (ZABALA; ARNAU, 2010, p. 108) Segundo os mesmos autores, esses esquemas de conhecimento são modificados e aperfeiçoados e uma nova aprendizagem surge baseada em conhecimentos prévios.

Esses conhecimentos prévios não são frutos apenas do que foi abordado nos anos anteriores da educação formal, mas também advêm da interação com familiares, amigos e diferentes fontes de informação com os quais os estudantes têm contato. Em muitos casos, esses conhecimentos são baseados em saberes populares e do senso comum, os quais podem fazer interpretações de fatos ou fenômenos de maneira parcial ou mesmo distinta das que faz a Ciência. Cabe a nós, professores, apurar quais são eles e atuar como mediadores entre os estudantes e o conhecimento, de forma que eles tenham a oportunidade de ressignificar seus conhecimentos prévios à luz da Ciência.

Esse processo de ressignificação não é simples nem linear e, para favorecê-lo, é importante que o professor proporcione experiências de aprendizagem que estabeleçam interfaces entre os conhecimentos que já são do repertório dos estudantes e aquilo que está em desenvolvimento.

Nesse processo de construção de novos conhecimentos, como saber se o estudante de fato compreendeu um novo conceito ou, simplesmente, forneceu a resposta esperada ao professor? Esta questão envolve os objetivos que se têm ao ensinar Ciências e como avaliar se estes objetivos foram cumpridos, temas que serão discutidos mais adiante. Por hora, vale deixar claro que apenas perguntar a definição de um conceito científico não é suficiente para saber se os estudantes o compreenderam.

Influência da sociedade, dos meios de comunicação e das redes sociais na percepção pública da Ciência e da Tecnologia

Somados às redes sociais e aos meios de comunicação, familiares, amigos e outras pessoas do círculo social do estudante influenciam fortemente sua visão de mundo, inclusive no que se refere à Ciência. Portanto, compreendermos como os brasileiros percebem a Ciência contribui para entendermos como nossos estudantes interpretam aquilo que pretendemos ensinar a eles.

Em 2015, uma pesquisa sobre a percepção pública da Ciência e Tecnologia no Brasil publicada pelo Centro de Gestão

e Estudos Estratégicos (CGEE) mostrou que a maioria dos brasileiros entrevistados se interessa e busca informações sobre Ciência e Tecnologia e outros temas diretamente ligados a esse, como meio ambiente, medicina e saúde. Apesar disso, são poucos aqueles que frequentam espaços científico-culturais, como museus, bibliotecas e zoológicos.

Segundo o CGEE (2017), a televisão é a mídia mais usada pelas pessoas que afirmam buscar com muita frequência meios de divulgação para adquirir informação sobre Ciência e Tecnologia, seguida pela internet e por conversas com amigos. Como boa parte da população se diz satisfeita com a divulgação científica feita pelos meios de comunicação (internet, televisão e jornais)⁵, podemos então supor que a percepção sobre a atividade científica e o trabalho do cientista é bastante mediada e moldada com base nos pontos de vista em que as informações de Ciência e Tecnologia são transmitidas. Assim, como aponta a pesquisa, a maioria dos brasileiros acredita que a Ciência e a Tecnologia trazem à humanidade só benefícios ou mais benefícios que malefícios. Também é alto o número daqueles que consideram os cientistas como “pessoas inteligentes que fazem coisas úteis à humanidade”⁶.

Portanto, estimular em nossos estudantes o questionamento da visão estereotipada da atividade científica e dos cientistas, assim como desenvolver um raciocínio crítico sobre as informações transmitidas pelas mídias e redes sociais, é fundamental para que eles possam formular opiniões embasadas em argumentos adequados e, assim, exercer plenamente sua cidadania.

Uma sugestão de como esses objetivos podem ser trabalhados é trazer para a sala de aula notícias frequentemente divulgadas em jornais impressos, televisão ou internet que tratem de temas que envolvem o conhecimento científico. A interpretação e a análise crítica dessas notícias favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico e científico e podem levar à conclusão de que a afirmação feita na manchete da notícia muitas vezes não corresponde totalmente ao que foi alcançado em uma pesquisa, por exemplo. O exercício crítico pode ficar ainda mais rico se forem confrontadas duas ou mais reportagens sobre o mesmo assunto divulgadas por diferentes fontes de informação, permitindo identificar abusos e, até mesmo, *fake news* científicas.

5 Segundo a CGEE (2017), 54% das pessoas acreditam que a Ciência e Tecnologia só traz benefícios, enquanto 19% acham que ela traz mais benefícios que malefícios.

6 De acordo com a pesquisa do CGEE (2017), 50% dos entrevistados concordam com essa frase, enquanto 14% acreditam que os cientistas são “pessoas comuns com treinamento especial”.

II. Paradigmas e referenciais teóricos do ensino de Ciências



O tipo de atividade sugerida anteriormente se enquadra em uma perspectiva do ensino de Ciências na qual também se apoiam os livros didáticos desta coleção. Tal perspectiva é relativamente recente se considerarmos as principais linhas de pensamento seguidas na área da Educação e, em particular, no ensino de Ciências. Portanto, para podermos explicitar a visão de ensino de Ciências que acreditamos e aplicamos nesta coleção, é importante contextualizá-la historicamente.

Até meados do século XX, predominou o chamado ensino “tradicional”, em que o processo de ensino-aprendizagem era visto como simples transmissão de conhecimentos. Nesse contexto, o professor era visto como a autoridade detentora de tais conhecimentos, e os estudantes, como meros receptores das informações. Os conhecimentos científicos eram considerados verdades absolutas, inquestionáveis e independentes dos valores de quem os gerava. Assim, o ensino era exclusivamente conteudista, focando na transferência dos conceitos científicos e avaliando os estudantes de acordo com sua capacidade de memorizar tais conceitos.

Muitos de nós, professores e professoras, em nossa trajetória desde estudantes até a formação profissional, tivemos nosso processo educativo pautado por essa linha tradicional de ensino. Por isso, é bem provável que o caminho “natural” e no qual nos sentimos mais seguros em trabalhar com nossos próprios estudantes seja reproduzir, muitas vezes inconscientemente, esse modelo em que fomos formados. Por isso, a reflexão sobre nossa prática é essencial para evitarmos essa tendência, de modo que possamos incorporar as inovações trazidas por novas abordagens na Educação e no Ensino de Ciências que, quando adequadamente aplicadas, garantem uma aprendizagem mais significativa por nossos estudantes.

Críticas a esse ensino tradicional e propostas de novos modelos de ensino apareceram já no início do século XX. O principal movimento surgido nessa época foi a chamada Escola Nova, que defendia a necessidade de uma participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, com ênfase às atividades práticas. No ensino de Ciências, segundo os defensores da Escola Nova, a participação ativa dos estudantes deveria ser desenvolvida a partir da vivência do método científico, principalmente em aulas de laboratório, seguindo uma metodologia que ficou conhecida como “método da redescoberta”.

Apesar da renovação na maneira de pensar a Educação trazida pelo movimento escola-novista, especialmente na incorporação da dimensão psicológica na educação, dois aspectos

– um de natureza teórica e outro de aplicação prática – foram os principais alvos de críticas sofridas por essa abordagem. O primeiro diz respeito à visão positivista em que se apoiava a Escola Nova, atribuindo à Ciência um progresso contínuo e inequívoco em direção a um aperfeiçoamento da sociedade. A outra crítica está relacionada a um estereótipo criado pelo mote “participação ativa”: o de que apenas as atividades práticas em laboratório poderiam garantir tal participação dos estudantes e sua vivência do método científico.

Em meio a tantas discussões, a perspectiva sobre o ensino de Ciências foi sendo ampliada ao longo do século XX, recebendo contribuições tanto de teorias surgidas na Psicologia, sobre o processo de aprendizagem, como de novos paradigmas na Ciência. O papel ativo do sujeito na construção do conhecimento e a atuação do professor como mediador da interação entre o estudante e o conhecimento receberam atenção especial em diversas linhas psicopedagógicas. Já a visão da Ciência como detentora de verdades absolutas e isenta de valores foi superada pela abordagem conhecida como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), a qual busca compreender a Ciência como uma atividade humana, cuja produção é influenciada pelo contexto social e histórico no qual se desenvolve. Como consequência, passou-se a defender que o ensino de Ciências deve realçar o caráter não neutro da atividade científica, em que os valores sociais e as visões de mundo dos cientistas atuam de maneira decisiva na produção do conhecimento científico. Além disso, enfatizou-se a necessidade de trabalhar com conteúdos socialmente relevantes, ligados à realidade dos estudantes de forma a torná-los mais significativos para eles.

Essa perspectiva permeou aquele que, até recentemente, era o principal documento de referência do ensino de Ciências Naturais – os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) –, como se pode perceber pelo trecho abaixo reproduzido dos PCN de Ciências Naturais para o 3ª e 4ª ciclos do Ensino Fundamental:

Mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo é uma meta para o ensino da área na escola fundamental. Seus conceitos e procedimentos contribuem para o questionamento do que se vê e se ouve, para interpretar os fenômenos da natureza, para compreender como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos e criando um novo meio social e tecnológico. É necessário favorecer o desenvolvimento de postura reflexiva e investigativa, de não aceitação, *a priori*, de ideias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação. (BRASIL, 1998, p. 22-23)

A abordagem CTS também se aproxima dos objetivos propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), atual documento normativo da educação escolar. Ela fica evidente logo na 1ª competência específica definida para as Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico. (MEC, 2017, p. 322)

Embora ambos os documentos compartilhem dessa perspectiva, os PCNs focam nos tipos de conteúdos que deveriam ser trabalhados nas aulas de Ciências da Natureza⁷, agrupados em três categorias:

- **Conteúdos conceituais:** relacionados a fatos, conceitos e princípios. São os conteúdos relacionados ao saber;
- **Conteúdos procedimentais:** relativos aos modos de construir o conhecimento. São os conteúdos relacionados ao saber fazer;
- **Conteúdos atitudinais:** conteúdos relacionados aos valores e atitudes desenvolvidos na construção dos conhecimentos. São os conteúdos relacionados ao saber ser.

Por sua vez, a BNCC incorpora tais dimensões dos conteúdos na definição que ela traz de **competência**. De acordo com a BNCC, uma competência pode ser definida

[...] como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocio-

⁷ Embora o documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais se refira à área de Ciências Naturais, adotaremos a nomenclatura Ciências da Natureza, que é a utilizada pela Base Nacional Comum Curricular.

nais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2017, p. 8.)

A adoção do termo competência na área da educação representa, segundo Zabala e Arnau (2010), uma tentativa de superar a abordagem tradicional de ensino focada na memorização de conhecimentos⁸. Ao focar no desenvolvimento de competências, a BNCC busca oferecer referências para a prática pedagógica de forma a garantir as aprendizagens essenciais para os estudantes (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, a BNCC define dez competências gerais da Educação Básica, as quais se relacionam com a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e a formação de atitudes e valores. Tais competências gerais são desdobradas em competências específicas para cada área do conhecimento e seu(s) respectivo(s) componente(s) curricular(es)⁹. Essas competências específicas devem ser desenvolvidas a partir de um conjunto de habilidades relativas aos objetos de conhecimentos (conteúdos, conceitos e processos) de cada unidade temática. O quadro a seguir exemplifica essas relações que baseiam a estrutura organizacional da BNCC:

⁸ “A aprendizagem de uma competência está muito distante daquilo que é uma aprendizagem mecânica, implica no maior grau de significância e funcionalidade possível, já que para poder ser utilizada devem ter sentido tanto a própria competência como seus componentes procedimentais, atitudinais e conceituais.” (ZABALA; ARNAU, 2010, p. 15).

⁹ Para o Ensino Fundamental, a BNCC estabelece cinco áreas do conhecimento e respectivos componentes curriculares: 1) Linguagens: Línguas Portuguesa e Inglesa, Arte e Educação Física; 2) Matemática: Matemática; 3) Ciências da Natureza: Ciências Naturais; 4) Ciências Humanas: Geografia e História; e 5) Ensino Religioso: Ensino Religioso. (BRASIL, 2017)

Competência geral	Área do Conhecimento	Componente curricular	Competência específica	Unidade temática	Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade
Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.	Ciências da Natureza	Ciências	Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.	Vida e evolução	7º ano	Fenômenos naturais e impactos ambientais	Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.

A aprendizagem focada em competências busca, portanto, superar o ensino baseado meramente na memorização de conteúdos teóricos de forma que os conhecimentos sejam aplicados na resolução de situações ou problemas reais, articulando, assim, teoria e prática (ZABALA; ARNAU, 2010). Tal abordagem tem sido incorporada em matrizes de referências para avaliações estaduais (como o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – Saresp), nacionais (como o Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb) e internacionais (como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA¹⁰). No caso do Saeb, as três categorias de ações, isto é, de habilidades e de competências que são esperadas dos alunos para aplicação do conhecimento científico são: 1) reconhecimento de conceitos, ideias, fenômenos e/ou sistemas; 2) compreensão de conceitos, ideias, fenômenos e/ou sistemas; e 3) aplicação de conceitos, ideias e/ou sistemas ou solução de problemas (INEP, 2013).

O viés do processo de ensino-aprendizagem voltado à resolução de problemas tem se desdobrado em proposições como o uso de metodologias ativas e a incorporação do raciocínio computacional nas ações educativas. No caso da primeira, buscam-se estratégias didático-metodológicas que coloquem os alunos como agentes ativos de sua aprendizagem, rompen-

10 A sigla vem do nome em inglês do programa que é *Programme for International Student Assessment*.

do com a passividade e a falta de interesse características da educação tradicional. Em relação ao raciocínio computacional, ao contrário do que o termo pode levar a crer, o pressuposto é aprimorar algo que é “[...] uma forma que humanos, não computadores, pensam. Pensamento computacional é uma forma para seres humanos resolverem problemas; não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores” (WING, 2016). Ou seja, o raciocínio computacional aplicado ao ensino envolve o desenvolvimento de habilidades e competências análogas aos usados por cientistas da computação para, por exemplo, elaborar programas computacionais e analisar dados (como abstração e reconhecimento de padrões). Vale destacar que a aquisição e o aprimoramento dessas habilidades e competências não exigem o uso de computadores, apenas a apropriação dos procedimentos neles utilizados¹¹.

Em detrimento à simples memorização dos conteúdos, tanto as atividades ligadas a metodologias ativas como ao raciocínio computacional buscam valorizar a aplicação dos conceitos na interpretação de situações, o que exige o desenvolvimento de diversas habilidades e competências e a mudança no papel do aluno no processo de ensino-aprendizagem, conforme discutido a seguir.

11 O termo “computação desplugada” é comumente usado para caracterizar atividades relativas ao raciocínio computacional que são feitas sem o uso de computadores.

III. O papel do estudante como construtor do conhecimento



Para que a construção do conhecimento por parte do estudante seja efetiva, ele deve ser estimulado a ter participação ativa no processo de aprendizagem. Para tanto, ele deve assumir uma postura mais investigativa e propositiva durante as situações de aprendizagem propostas pelos professores e pelos próprios estudantes.

A curiosidade dos estudantes, embora importante como motivadora do processo de ensino-aprendizagem, pode não ser, por si só, suficiente para desencadeá-lo de forma coesa e relevante. No contexto educativo, essa curiosidade pode e deve ser explorada e incentivada. Assim, cabe a nós, professores e professoras, planejar como canalizar essa curiosidade para que o estudante possa construir o conhecimento de forma organizada e sistematizada por meio de uma atitude mais investigativa. Esse planejamento pode envolver:

- a problematização do tema a ser abordado por meio de perguntas ou contextualização em situações ocorridas

ou criadas a partir de fatos reais e pertinentes para os estudantes;

- o estímulo à coleta de dados em diferentes fontes (pesquisa em livros, jornais e internet; entrevista com profissionais que trabalham com o tema; estudos do meio; etc.) e a seleção e a organização deles em informações relevantes para o tema pesquisado;
- o uso dessas informações e dos conceitos científicos relacionados ao tema para elaboração de argumentos e explicações plausíveis;
- a redação de textos e a produção de outras formas de registro (como cartazes, ilustrações, vídeos e apresentações orais) para a posterior divulgação dos resultados do estudo;
- o levantamento de possíveis ações práticas relacionadas ao tema junto à comunidade escolar e do bairro, bem como a execução de algumas delas.

Ao longo desse processo de investigação, os estudantes são expostos a situações que permitem o desenvolvimento de habilidades diversas, associadas, por exemplo, a: registro adequado das informações obtidas; uso de vocabulário apropriado ao contexto da pesquisa; elaboração de perguntas pertinentes ao tema investigado; expressão de seu ponto

de vista a partir de argumentos consistentes; respeito às possíveis opiniões divergentes de colegas. Percebe-se assim que, além de estimular uma atuação ativa do estudante na construção do seu conhecimento e no desenvolvimento de suas competências, essa atitude investigativa contribui para sua formação como cidadão.

IV. Diferentes estratégias de trabalho com os estudantes



Após refletirmos sobre os temas apresentados anteriormente, a pergunta que surge é: Como trabalhar com os nossos alunos para contemplar tudo o que foi discutido até agora? Como desenvolver as competências gerais, específicas e o conjunto de habilidades associadas aos objetos do conhecimento?

A riqueza e a complexidade desafiadoras da educação estão justamente no fato de não haver uma resposta única e simples para responder a essas perguntas. Como costuma-se dizer, não há uma receita pronta que pode ser aplicada para qualquer situação. Sendo assim, longe de fornecer um roteiro predefinido de como proceder para desenvolver competências e habilidades diversificadas, numa perspectiva que estimule a autonomia intelectual, moral e ética dos estudantes, queremos aqui discutir alguns procedimentos didáticos complementares àqueles tradicionalmente (e igualmente importantes) usados em sala de aula.

Os procedimentos didáticos apresentados aqui têm como objetivo estabelecer um diálogo permanente com o livro didático, referência fundamental para a construção de conhecimentos necessários para o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC, assim como outras complementares.

Para cada procedimento didático descrito, destacamos (em negrito) algumas habilidades essenciais relacionadas ao desenvolvimento de uma postura científica, que podem ser desenvolvidas por meio de intervenções feitas de maneira intencional pelo professor nas suas várias etapas.

As propostas descritas a seguir devem ser consideradas conteúdos de caráter procedimental e atitudinal, e não apenas meios para aquisição de conteúdos conceituais, uma vez que, como já dissemos, não há construção de competências sem a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes em situações concretas.

I Estudo do meio

Embora seja um procedimento que geralmente faz parte do repertório de atividades desenvolvidas pelos professores, muitas vezes seu potencial pedagógico é subestimado

quando confundido com um simples passeio ou atividade extraclasse. Para um bom aproveitamento do estudo do meio, sugerimos alguns procedimentos:

Conhecer para planejar

Idealmente, é importante que o professor conheça previamente os locais que serão visitados durante o estudo do meio. Se não for possível, o professor pode buscar informações contatando os responsáveis de cada local e/ou **procurando dados e imagens na internet**.

O conhecimento prévio do local permite que o professor escolha os pontos mais relevantes, nos quais dará explicações e ensinará os estudantes a fazerem observações mais atentas e registros necessários para sistematização das observações e continuidade do trabalho. Mesmo no caso de locais onde há disponibilidade de guias ou de monitores que conduzam o estudo, é importante trabalhar essas informações com os estudantes para que o estudo do meio esteja integrado com o que está ou estará sendo abordado em sala de aula.

Dependendo da duração do estudo e da distância dos locais a serem visitados, a ida e/ou levantamento antecipados das informações também servem para definir onde os estudantes farão seu lanche ou refeição e onde terão acesso a banheiros.

Roteiro de observações e registro

Dentre as várias competências e habilidades que podem ser trabalhadas durante um estudo do meio, destacam-se aquelas relacionadas **à observação e ao registro das informações, levantamento de hipóteses, elaboração de soluções para problemas concretos, entre outras destacadas no quadro da página 10**.

Ao mesmo tempo que as novas situações e elementos encontrados durante o estudo motivam os estudantes a conhecerem mais sobre eles, corre-se o risco de que informações relevantes passem despercebidas se o professor não favorecer o direcionamento do olhar dos estudantes para aquilo que é

de maior interesse para o tema que está sendo desenvolvido. Uma estratégia para isso é elaborar um roteiro de observações, que deve ser apresentado e discutido em sala de aula com os estudantes (preferencialmente antes do dia do estudo) e que deverá ser levado e consultado durante a atividade.

A forma de registro das informações referentes ao roteiro de observações deve ser definida pelo professor de acordo com as habilidades que deseja trabalhar com os estudantes e também conforme as características dos locais visitados. Por exemplo, o **registro fotográfico** pode ser mais adequado do que um **registro por escrito** quando o professor pretende resgatar posteriormente observações mais detalhadas do estudo a partir da visualização das fotos produzidas. Quando a opção do professor é pelo registro escrito, deve-se ter em vista que a quantidade de dados precisa ser suficiente para conter todas as informações importantes quando os estudantes forem trabalhar em sala de aula, sem que suas anotações durante as explicações prejudiquem o dinamismo característico dos estudos do meio, desestimulando os estudantes, que ficam mais preocupados em escrever do que em observar.

Para evitar esse tipo de problema, pode-se recorrer à **construção e ao uso de tabelas**, que devem ser preenchidas com poucas palavras ou símbolos, ou ainda utilizar esquemas e palavras-chave. Ainda assim, é necessário um trabalho prévio com os estudantes para que, durante o estudo do meio, eles já tenham familiaridade com tais recursos e possam usá-los com destreza.

Relação entre estudo do meio e sala de aula

O estudo do meio não deve ser visto como uma atividade à parte, mas sim inserido no contexto daquilo que se está trabalhando em sala de aula. Sendo assim, esse estudo pode ser usado em diferentes etapas de desenvolvimento de um tema ou projeto, tendo objetivos específicos para cada uma delas:

- pode ser uma atividade inicial de diagnóstico, a partir da qual **sejam levantadas questões e informações** que subsidiarão as etapas seguintes do processo de pesquisa;
- pode-se preferir usá-lo em uma etapa intermediária do processo, em que o estudo do meio sirva, por exemplo, para **buscar respostas a questões levantadas em sala de aula e suscitar novas perguntas**;
- ou, ainda, o estudo do meio pode ser utilizado como uma atividade de fechamento de um projeto de pesquisa, funcionando como **síntese e aplicação prática de conhecimentos que foram trabalhados ao longo do processo**.

Vale lembrar que muitos estudos do meio, alguns de caráter interdisciplinar, podem ser realizados no próprio ambiente escolar ou no entorno da escola, possibilitando um olhar expandido sobre as realidades mais próximas dos estudantes em todas as suas dimensões.

Centros e museus de Ciência do Brasil

Para ajudá-lo a encontrar diferentes espaços que podem favorecer essa estratégia didática com os estudantes, sugerimos que consulte o *Guia de Centros e Museus de Ciência do Brasil 2015*.

Nesse catálogo, é possível encontrar informações sobre diferentes espaços de popularização de Ciência no Brasil, como museus, zoológicos, aquários, planetários, observatórios e jardins botânicos, que possuem uma programação com diversas atividades para todas as faixas etárias. Disponível em: <www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/centrosemuseusdecienciadobrasil2015novaversao.pdf> [acesso em: 9 out. 2018].

Uso de sites e aplicativos da internet

A utilização da rede mundial de computadores na escola tem dupla função. A primeira é a **busca rápida, em sites e aplicativos, de informações diversificadas**, da qual boa parte dos estudantes já se apropria mesmo em ambiente não escolar. A outra, ainda mais importante, é a **orientação dos estudantes em relação ao uso adequado e responsável dessa importante ferramenta**. Trabalhar rotinas de verificação da veracidade das informações, comparando as informações fornecidas pelos sites com outras fontes de pesquisa, como livros e revistas impressos, é um exemplo de procedimento importante para os estudantes incorporarem e pode ser favorecido por atividades planejadas pelo professor.

Da mesma forma, deve-se pensar em atividades que exijam mais do que o “recorta e cola” de sites, fazendo com que os estudantes de fato se apropriem das informações coletadas. Solicitar a eles um texto de própria autoria **sintetizando as informações** mais relevantes ou elaborar questões-desafio em que as informações da internet forneçam somente pistas e não respostas completas são exemplos de como tornar mais proveitoso o uso dessa ferramenta cada vez mais presente no dia a dia.

Para deixar mais claro o que foi discutido acima, vamos exemplificar como a internet pode ser usada no estudo sobre o tema “ecossistema”.

Escolha do ecossistema e divisão dos grupos

Ecossistemas representativos do Brasil, ecossistemas mundiais com alta diversidade biológica ou ecossistemas que costumam despertar curiosidade nos estudantes podem servir como critério para o professor definir quais deles os estudantes devem pesquisar. Qualquer que seja a escolha do professor, é importante garantir que haja informações suficientes na internet a respeito dos temas selecionados.

Definidos os temas, cabe ao professor decidir como será a divisão dos grupos de estudantes. Para tanto, alguns aspectos devem balizar essa decisão, tais como:

- o trabalho será feito em casa ou na escola? Se for em casa, deve-se avaliar quais estudantes têm computador e acesso à internet. Caso a escolha seja pela escola, deve-se levar em conta a relação entre o rendimento dos grupos e a quantidade de computadores existentes. Se cada grupo tiver quatro integrantes, é preferível que seja subdividido em duplas – cada qual em um computador e com tarefas complementares – em vez de todos em um único computador, situação em que há maior chance de alguns integrantes não participarem ativamente do trabalho;
- como será a composição dos grupos? Assim como em outros procedimentos metodológicos que envolvem trabalho em grupo, compete ao professor definir os critérios para compor os grupos: livre escolha pelos estudantes, colocar estudantes com habilidades diferentes e complementares em cada grupo, entre outras. Qualquer que seja o critério, deve ficar claro para os estudantes que tarefas cada um vai assumir no trabalho e que serão avaliados não apenas como grupo, mas também individualmente.

Desenvolvimento da pesquisa

Definidos os temas e a composição dos grupos, os estudantes devem ser orientados pelo professor sobre como iniciar a pesquisa referente ao ecossistema escolhido. Para tanto, o professor pode elaborar um roteiro de questões sobre as quais os estudantes devem pesquisar e uma lista de *sites* que deverão consultar. No roteiro, devem ser evitadas questões muito genéricas e abertas, como “descreva o ecossistema pesquisado”, que favorecem o “recorta e cola”. Dê preferência a questões mais específicas e que envolvam a aplicação de conceitos. “Cite os fatores abióticos do ecossistema” é um exemplo desse tipo de questão, já que os estudantes têm que se apropriar do conceito “fator abiótico” para conseguir identificar, dentre todas as informações disponíveis nos *sites*, aquelas que estão relacionadas com o conceito.

Apresentação do trabalho

Ao propor uma pesquisa para os estudantes, é importante que os resultados dela sejam apresentados e discutidos de forma coletiva ou entre os integrantes do grupo.

Os resultados da pesquisa podem ser apresentados de diferentes maneiras. A escolha de qual delas propor para os estudantes irá depender das habilidades que o professor pretende que eles desenvolvam. A **apresentação oral** para o restante da classe é uma das possibilidades, que pode ser complementada com a **exposição de slides elaborados no computador, ou por meio da confecção de painéis** com textos e figuras sobre o ecossistema pesquisado.

Outras alternativas de apresentação que exploram os recursos oferecidos pela informática são **a criação de folhetos e a construção de blogs** sobre o tema. No primeiro caso, pode-se propor aos estudantes que cada grupo faça um folheto informativo sobre o ecossistema pesquisado, apresentando suas principais características, importância de sua conservação e eventuais atrações turísticas. Se a escolha for pelo *blog*, as mesmas informações podem estar presentes, porém a forma de apresentá-las deve ser adequada para essa mídia.

Igualmente importante é abordar, de maneira recorrente, a dimensão ética do uso da internet e da manipulação dos dados e informações que circulam pelas diversas redes de informação o tempo todo. Dessa forma, precisamos incorporar nas aulas a reflexão sobre as vantagens e fragilidades relacionadas ao uso dessa ferramenta se a proposta for construir uma sociedade comprometida com posturas consideradas eticamente corretas.

Construção de maquetes

A **representação espacial**, em escala diferente do objeto original, é característica de toda maquete. O planejamento anterior de como se representará uma estrutura (uma célula, um aterro sanitário, uma bacia hidrográfica ou qualquer outro objeto ou estrutura de interesse) exige um conhecimento mais aprofundado para definir que partes devem ser representadas e a proporcionalidade de tamanhos entre elas que deve ser respeitada. Outras habilidades também são trabalhadas quando os estudantes refletem sobre as características de diferentes materiais para **selecionar aqueles mais apropriados para a confecção da maquete**, quando fazem testes para verificar se os resultados esperados foram alcançados, quando **definem funções e respectivas responsabilidades de cada integrante do grupo** e quando algo acontece fora do esperado e é necessário **replanejar** o projeto. Ao finalizar as

maquetes, é desejável montar uma exposição para exibi-las à comunidade escolar e, se for conveniente, extraescolar, valorizando assim o trabalho feito pelos estudantes.

A fim de ilustrar como esse procedimento didático pode ser usado pelo professor, usaremos a construção de maquetes de células como exemplo.

Escolha e pesquisa da estrutura a ser representada

O primeiro passo para a elaboração da maquete é a escolha da célula que cada estudante/grupo irá representar. O professor pode elaborar uma lista com diferentes tipos de célula a fim de que, ao final do trabalho, os estudantes tenham clareza da diversidade celular que existe. Essa lista pode incluir: células procarióticas e eucarióticas; animais e plantas; nucleadas e anucleadas; somáticas e reprodutivas.

Na elaboração da lista, o professor deve ter em mente que os estudantes precisam ter disponíveis as informações necessárias sobre a célula escolhida para conseguirem construir a maquete. Células interessantes de ser representadas, mas sobre as quais há poucas informações, podem gerar dificuldades na execução do trabalho e, por isso, devem, na medida do possível, ser evitadas.

A definição da célula a ser representada por estudante/grupo deve ser seguida de uma pesquisa aprofundada. Informações como os seres vivos que elas compõem, suas funções e as organelas que a constituem devem constar dessa pesquisa. Além disso, é muito importante que os estudantes tenham acesso a imagens reais (se possível, de microscopia) e esquemáticas da célula pesquisada, a fim de que construam um modelo mental daquilo que representarão.

Planejamento da construção da maquete

Essa é uma etapa fundamental do processo, muito rica em relação ao desenvolvimento de habilidades cognitivas. Pode-se solicitar aos estudantes que elaborem uma “planta” da maquete, ou seja, um **desenho esquemático** de como planejam construí-la. Nesse esquema, eles devem buscar respeitar as proporções entre as estruturas e escolher aquelas que necessariamente devem estar representadas e as que eventualmente podem ser omitidas em benefício da clareza didática.

Nessa etapa, os estudantes também devem planejar que material pretendem utilizar para representar cada estrutura: grãos crus de feijão podem simular as mitocôndrias, o núcleo pode ser feito com massa de modelar e os cromossomos, com pedaços de lã. Um desafio adicional pode ser proposto, como escolher apenas materiais recicláveis. Ainda em relação aos

materiais, se a montagem da maquete for feita em grupo, é importante que os estudantes definam que materiais cada um ficará responsável por providenciar.

Construção da maquete e organização da exposição

O processo de construção da maquete pode ser feito na residência do estudante, na escola ou em ambos os locais. O professor deve analisar as vantagens e as desvantagens de cada opção. A construção na residência do estudante, por exemplo, poupa o tempo das aulas que seriam dedicadas para esse fim; porém, o professor não tem como acompanhar e intervir no processo. Na escola, ocorre o inverso: o acompanhamento mais próximo dos estudantes irá precisar, em muitos casos, de várias aulas para finalizar as maquetes, sem contar a necessidade de um espaço adequado para guardá-las entre uma aula e outra.

Uma alternativa para balancear os prós e contras de cada opção é uni-las: cada estudante pode ficar responsável por construir uma ou mais estruturas da célula em sua residência e trazê-las à escola no dia determinado para a construção da maquete. Nesse dia, os estudantes de cada grupo se reúnem para montar a maquete, juntando as estruturas que construíram e efetuando os acabamentos finais.

Caso haja espaço na escola, pode-se **organizar uma exposição** das maquetes, as quais podem estar acompanhadas de cartazes explicativos sobre as células, elaborados a partir das informações e imagens obtidas na etapa inicial de pesquisa. Para compor a exposição, seria interessante a montagem de um mural com fotos documentando o processo de montagem das maquetes.

Debate e júri simulado

Alguns procedimentos didáticos em especial favorecem de modo significativo **posicionamentos críticos e trabalho com valores éticos** e o desenvolvimento de componentes procedimentais e atitudinais relativos a certas competências. Nessa categoria, enquadram-se o debate e o júri simulado, duas estratégias metodológicas que se desenrolam em torno de um ponto comum: alguma situação polêmica ou conflituosa.

Enquanto no **debate os estudantes podem expor e defender seus próprios pontos de vista**, no **júri simulado devem assumir as posições dos grupos que representam**, mesmo não sendo essas as suas opiniões pessoais. Dilemas relacionados à biotecnologia (como o uso de células-tronco), conflitos socioambientais (construção de usina hidrelétrica ou nuclear, por exemplo) e questões sobre limites da vida (como aborto e eutanásia) são temas especialmente interessantes de se-

rem abordados a partir desses procedimentos didáticos. Vale lembrar que tais procedimentos devem ser amparados por um trabalho consistente em torno dos conteúdos conceituais relativos ao tema, sem o qual se corre o risco de os estudantes apenas expressarem suas opiniões pessoais, sem, de fato, apropriarem-se de conceitos sólidos que as embasem.

Para descrever mais detalhadamente como tais procedimentos didáticos podem ser usados em sala de aula, utilizaremos como exemplo um conflito socioambiental bastante frequente no nosso país: aquele envolvendo a discussão sobre a construção de uma usina hidrelétrica que fornecerá energia necessária para o desenvolvimento de certa região, porém cujo reservatório levará à inundação de povoados e ecossistemas naturais.

Estudo prévio dos aspectos científicos, socioeconômicos e físico-ambientais relacionados ao tema

A apropriação por parte dos estudantes de conceitos relacionados ao tema “usina hidrelétrica”, tais como energia, água, impactos ambientais e sustentabilidade, é pré-requisito para garantir que etapas seguintes desses procedimentos didáticos sejam bem-sucedidas e promovam o desenvolvimento das habilidades e competências almejadas. Sendo assim, o professor pode lançar mão de outras estratégias e procedimentos didáticos complementares: desde uma exposição dialogada, passando por atividades com textos e exercícios do livro didático, apresentação de estudos de caso, até pesquisas individuais ou em grupo por parte dos estudantes.

O objetivo dessa primeira etapa é que os estudantes tenham uma visão global do problema e, ao mesmo tempo, possuam domínio dos conteúdos conceituais envolvidos.

Preparação para a dinâmica (debate ou júri simulado)

No caso do debate, a preparação dos estudantes está praticamente toda contemplada na etapa anterior, já que o estudo feito pelos estudantes propiciaria um repertório conceitual que permite o embasamento de suas opiniões com argumentos consistentes. Cabe ao professor refletir, a partir do uso de diferentes instrumentos avaliativos, se a classe já está suficientemente preparada para realizar o debate de maneira proveitosa ou se ainda será necessário consolidar conceitos.

No caso do júri simulado, a preparação para a dinâmica envolve não apenas o que foi descrito no parágrafo anterior, mas também uma complementação importante no preparo

dos estudantes. Como no júri simulado os estudantes serão divididos em grupos, cada qual representando um setor da sociedade envolvido no conflito (por exemplo: população ribeirinha, representantes de indústrias, funcionários do governo, ambientalistas, entre outros), os estudantes de cada grupo têm de refletir e se apropriar das opiniões e dos argumentos do grupo que representam, independentemente de concordarem ou não com a posição do grupo representado.

Ao mesmo tempo, cada grupo tem que ter a habilidade de identificar que outros “atores sociais” (grupos) envolvidos no conflito podem ser aliados e quais devem ter posições antagônicas às suas. Por exemplo, o grupo que representa os ambientalistas, que são contra a construção da usina devido aos impactos ambientais, estaria do “mesmo lado” dos habitantes dos povoados ribeirinhos, que não querem que suas casas sejam inundadas pelo reservatório da usina.

Como consequência, deve-se estimular os estudantes a pensar em questões e alternativas que possam contrapor os possíveis argumentos que grupos contrários usarão, assim como também reforçarem seus próprios argumentos para que não fiquem vulneráveis às críticas de grupos opostos. Novamente usando como exemplo o grupo de ambientalistas, um dos argumentos que poderiam usar contra seus “adversários” é de que a inundação de ecossistemas e povoados poderia causar uma perda irreversível de patrimônio natural e cultural. Por outro lado, grupos opositores, como representantes da indústria, poderiam argumentar que não construir a usina significaria perda de oportunidades de emprego para a população da região, pois o setor industrial depende de tal energia para a sua expansão.

Caso o professor considere conveniente, ele pode elaborar um roteiro para cada grupo de estudantes, destacando a posição que o grupo deve defender durante o júri, pedindo que escreva seus argumentos e elabore questões que pretende fazer aos outros grupos. Estas questões devem ser analisadas pelo professor quanto à coerência, lógica, clareza antes da sua apresentação no dia do debate.

Execução do procedimento didático

A dinâmica de execução de cada procedimento didático – debate ou júri – é conduzida de modo distinto pelo professor. No caso do debate, deve atuar como mediador/moderador com maior poder de direcionar a discussão para os pontos mais relevantes, contra-argumentar opiniões dos estudantes de modo que percebam aspectos do problema a que

talvez ainda não tivessem atentado, bem como de equalizar/ balancear a participação dos estudantes, evitando que uns poucos falem a todo o momento enquanto muitos outros não se posicionem.

Já no júri simulado, a atuação do professor deve ser mais como organizador da atividade, podendo inclusive assumir o papel de juiz da audiência pública a respeito da construção da usina hidrelétrica. Nesse papel, pode-se, por exemplo, definir por sorteio a ordem em que os grupos farão as perguntas e controlar o tempo das questões, respostas, réplicas e, se for o caso, tréplicas.

Em outras palavras, a diferença básica entre o debate e o júri simulado é que, enquanto no primeiro os estudantes terão oportunidade de clarear suas opiniões para si mesmos, expressá-las para os outros e defendê-las de opiniões divergentes, no júri simulado – que é uma modalidade de dinâmica de ensino conhecida como “jogo de papéis” (*“role-playing games”*) – eles devem assumir a visão e os valores dos grupos que representam. Esses exercícios propiciados pelo debate e pelo júri simulado são alguns dos aspectos mais ricos desses procedimentos didáticos, propiciando não apenas o desenvolvimento de habilidades relacionadas a determinados objetos do conhecimento, mais outras de natureza procedimental e atitudinal, permitindo o desenvolvimento das várias competências destacadas.

I Minuto científico

Consiste na apresentação de pesquisas científicas atuais divulgadas em jornais, revistas, internet e outros meios de comunicação. Cada estudante escolhe uma reportagem sobre um tema específico ou livre que deve ser apresentada para o restante da classe em um curto intervalo de tempo. Além de trabalhar com a expressão oral, esse procedimento estimula habilidades relacionadas à identificação de informações mais relevantes, à organização dessas informações em uma sequência lógica e à síntese.

Para ilustrar como tal procedimento didático pode ser empregado em sala de aula, usaremos o tema “Genética e Biotecnologia” como exemplo. Por ser um assunto em que novas descobertas e avanços científicos ocorrem muito rapidamente, o uso do “minuto científico” pode propiciar aos estudantes o contato com temas bastante atuais, complementando, por exemplo, conteúdos e informações fornecidos pelo livro didático. O desenvolvimento desse procedimento didático pode ser organizado em algumas etapas:

Seleção de fontes de informação, escolha da reportagem e preparação da apresentação

A seleção de uma fonte confiável de informação e o julgamento da pertinência da reportagem escolhida em relação ao tema sugerido são desafios iniciais que devem ser propostos aos estudantes. Em meio ao enorme número de fontes e informações disponíveis na atualidade, eles devem ser estimulados e orientados a criar critérios de seleção para filtrar aquilo que desejam encontrar e pesquisar. Nesse sentido, o professor deve deixar claro para o estudante em que tipos de fontes ele deve buscar a reportagem (por exemplo: revistas científicas reconhecidas) e de quais deve evitar as informações divulgadas (por exemplo: sites de internet de pessoas ou instituições não reconhecidas).

Para garantir que as reportagens a serem apresentadas estejam de acordo com a proposta feita, nessa etapa preparatória, o professor pode solicitar aos estudantes que tragam antecipadamente as reportagens que pretendem apresentar, acompanhadas de um resumo feito por eles. Dessa maneira, o professor pode verificar a confiabilidade das fontes escolhidas, a pertinência das reportagens em relação à proposta e o grau de entendimento de cada estudante sobre a reportagem selecionada.

Depois, cada estudante deve se preparar antecipadamente para apresentar a reportagem que escolheu. Para tal, deve se organizar em relação a vários aspectos: levar em conta o tempo e os recursos disponíveis (lousa, cartaz, etc.); escolher os pontos fundamentais da reportagem que precisarão ser apresentados; excluir aquelas informações que não comprometem o entendimento geral do texto; procurar informações complementares em outras fontes e estabelecer a sequência em que as informações serão apresentadas. Dessa forma, várias habilidades vão sendo desenvolvidas ou aperfeiçoadas para realizar uma atividade aparentemente simples.

Apresentação oral

A apresentação da reportagem constitui um momento favorável ao desenvolvimento de diversas habilidades, principalmente aquelas relacionadas à expressão oral e à comunicação interpessoal. A ansiedade e o nervosismo que muitas pessoas enfrentam ao se expor em público são sentimentos com os quais os estudantes também poderão se deparar ao realizar sua apresentação no “Minuto Científico”.

Para amenizar o possível sofrimento que isso possa gerar, o professor pode propor que os estudantes façam inicialmente sua apresentação em um grupo menor, composto de

pessoas com mais afinidade e que, portanto, poderiam propiciar um ambiente menos hostil e mais acolhedor. Pode-se, inclusive, sugerir que, após cada apresentação, os estudantes que a assistiram façam comentários ao colega sobre pontos positivos e aqueles que mereciam maior preparação por parte do apresentador.

Feita essa preparação, é o momento de iniciar as apresentações para toda a classe. O professor pode combinar com os estudantes alguns gestos que fará durante as apresentações para que os apresentadores tenham conhecimento do tempo que lhes falta de exposição, o que confere uma maior segurança e tranquilidade para os estudantes. Conforme esse procedimento didático for sendo usado ao longo do ano para diferentes temas, o professor pode abolir tais gestos, deixando exclusivamente para os estudantes envolvidos a responsabilidade de se organizarem em relação ao tempo das apresentações.

Outro aspecto bastante importante que esse procedimento permite trabalhar é em relação à postura dos estudantes como público dos demais colegas. Afora sua apresentação, em todas as outras apresentações cada estudante assumirá o papel de público espectador e deverá agir de acordo: ouvindo com atenção o que o colega está falando; ser capaz de reproduzir as ideias principais do que foi apresentado; evitar conversas e brincadeiras, que, além de desrespeitosas, podem provocar constrangimentos e desconcentração ao colega apresentador.

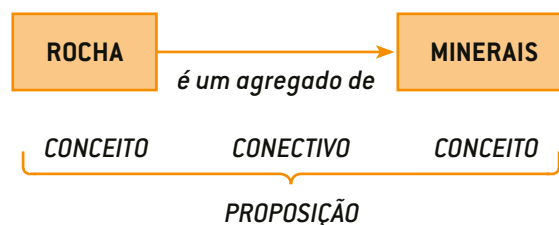
Algumas estratégias favorecem essa postura esperada do público. O professor, por exemplo, pode pedir que, ao final de cada apresentação, todos os estudantes escrevam uma pequena síntese da reportagem apresentada. Pode também pedir a eles que elaborem questões para o apresentador ou, ainda, o próprio professor pode formular questões às quais a plateia deve responder. A definição de quem lerá a síntese fará a pergunta ao apresentador e/ou responderá à questão do professor pode ser definida por sorteio ou algum outro procedimento que o professor julgar conveniente para o momento. Assim, o professor terá condições de avaliar cada estudante não somente em relação à sua apresentação, mas também sobre seu comportamento como público/plateia. Adicionalmente, pode pedir que os próprios estudantes se avaliem em relação a esses dois aspectos.

I Mapa conceitual

Ao estimular o estabelecimento de relações entre conceitos de forma esquemática e objetiva, a elaboração de mapas conceituais favorece diversas habilidades relacionadas à conexão

com as concepções prévias dos estudantes; inclusão (que conceitos são mais relevantes? qual é o mais inclusivo?); diferenciação progressiva (processo de ampliação dos significados atribuídos aos conceitos); e reconciliação integradora/integrativa (processo de ampliação dos significados dos conceitos relacionados ao conceito que se aprendeu significativamente).

Os elementos fundamentais dos mapas conceituais são o conceito, a proposição e o conectivo, conforme pode ser visualizado no esquema abaixo:



Os mapas conceituais podem ser utilizados para diferentes finalidades: sondagem dos conhecimentos prévios; instrumento de avaliação do processo de aprendizagem; síntese dos conceitos e relações trabalhadas em um texto, capítulo, unidade ou projeto; e apresentação oral de um assunto.

Para exemplificar uma dessas finalidades, descreve-se a seguir como o mapa conceitual pode ser usado em sala de aula para sintetizar os conceitos e as relações trabalhadas em um texto.

Seleção dos conceitos e organização espacial do mapa

O primeiro passo para a realização desse procedimento é solicitar aos estudantes que façam uma leitura do texto, com bastante atenção. Depois, devem reler o texto, tentando localizar seus principais conceitos. Podem transcrever esses conceitos para o papel, listando todos aqueles que encontraram. Vale ressaltar que localizar os conceitos principais é uma habilidade complexa que deve ser ensinada e não apenas partir do princípio de que os alunos já a dominam. Então, antes da montagem do mapa, é preciso discutir com os alunos quais critérios devem ser utilizados para a escolha dos conceitos principais.

Em seguida, o professor pode distribuir aos estudantes pequenos pedaços de papel recortados na forma de retângulos, nos quais, individualmente, devem escrever os conceitos que selecionaram (cada conceito em um papel). Feito isso, cada estudante deve tentar organizar espacialmente os conceitos, agrupando-os de modo que fiquem mais próximos entre si aqueles que ele acredita ter uma ligação mais direta.

Transcrição do mapa para o papel

Após encontrar a disposição espacial dos conceitos que considera mais adequada, o estudante deve reproduzi-la no papel, onde também colocará as setas e os conectivos que ligam um conceito ao outro. Para garantir uma organização adequada do mapa, o professor pode estabelecer algumas regras:

- cada conceito deve ficar dentro de um retângulo contornado (ver esquema anterior);
- o entendimento da relação entre dois conceitos deve ser dado unicamente pelo conectivo que liga ambos, e não depender do auxílio de outros conectivos do mapa conceitual;
- os conectivos devem conter poucas palavras, pelo menos um verbo, permitindo um entendimento rápido e direto das relações entre os conceitos;
- os conectivos devem ter uma seta que indica o sentido de leitura da proposição.

Dessa forma, garante-se que o mapa conceitual cumpra sua função de permitir uma visualização esquemática das relações entre os conceitos fundamentais de determinado tema trabalhado.

I Vídeos didáticos e filmes

O uso de vídeos didáticos e filmes relacionados a temas que estão sendo estudados em classe pode enriquecer muito o trabalho na sala de aula. Entre as vantagens desses recursos, destaca-se a visualização – por meio de filmagens ou animações – de estruturas e processos de maneira a facilitar o entendimento do assunto.

É o caso, por exemplo, de vídeos de curta duração sobre processos de divisão celular: sequência de imagens de microscopia sobre mitose e meiose pode tornar mais claras aos estudantes as várias etapas envolvidas e as diferenças principais entre os dois processos de divisão celular, complementando de modo significativo as informações fornecidas pelo livro didático e pelo professor. Vídeos como esses estão cada vez mais acessíveis e podem ser encontrados pelo professor em pesquisas rápidas na internet.

Há ainda filmes que, mesmo não tendo sido criados para fins pedagógicos, podem ser incorporados às discussões em classe. Filmes que têm como pano de fundo questões éticas relativas à Ciência ou ficções científicas que mostram cenários futurísticos podem ser usados como ponto de partida para debates relacionados a temas que serão

discutidos em sala de aula. Nesse caso, sugere-se que o professor estabeleça alguns procedimentos para garantir o aproveitamento significativo por parte dos estudantes daquilo que mais lhe interessa no filme. Seguem algumas sugestões.

Elaboração de roteiro de observações e registro

O excesso de informações presentes em longas-metragens pode levar os estudantes a se distanciarem daquilo que o professor pretende explorar. Para evitar que isso ocorra, é aconselhável que o professor entregue aos estudantes uma sinopse do filme e um roteiro destacando trechos e temas que merecem atenção. O roteiro também pode contemplar questões específicas sobre o filme e outras que procurem relacionar o filme aos assuntos que estão sendo estudados.

O registro das informações durante o filme é um aspecto importante que o professor deve discutir com os estudantes antes de entregar o roteiro e iniciar a apresentação do filme. Ensinar e orientar os estudantes a anotarem palavras-chave e esboçarem pequenos esquemas no lugar de tentar escrever respostas completas é importante para que eles acompanhem o filme mesmo durante o registro. É importante também informá-los de que, após o filme, eles poderão complementar as respostas e trocar informações com os colegas (deixando claro, no entanto, que isso não os isenta de fazerem os registros solicitados durante o filme).

Socialização das impressões e informações coletadas pelos estudantes

Ao final do filme, o professor pode determinar um tempo para cada estudante organizar seus registros. Isso possibilitará que eles verifiquem se têm informações suficientes para todas as questões do roteiro ou se é necessário complementá-las. Tal complementação pode ser feita individualmente; por exemplo, trocando seu roteiro com o colega ao lado e identificando no material do companheiro informações que estão ausentes no seu trabalho.

Outra opção é propor a socialização das informações coletadas a partir da formação de pequenos grupos, nos quais cada estudante expõe aquilo que registrou em relação a determinada questão e, após todos falarem, o grupo elabora uma resposta completa, sintetizando as contribuições de todos. Nesse trabalho em grupo, também podem ser exploradas as impressões gerais e interpretações sobre o filme feitas por cada um. É comum que uma mesma cena seja interpretada

de maneira distinta por diferentes pessoas, sem que haja necessariamente uma única interpretação correta. Perceber isso e tentar compreender por que o colega interpretou a cena daquela forma é um rico exercício de alteridade.

Discussão sobre o filme e contextualização em relação aos temas estudados

Após a organização dos registros, é o momento de começar a discussão com toda a classe a respeito do filme e das relações entre ele e os assuntos que estão sendo tratados na sala de aula. Essa discussão final serve não apenas para sintetizar tudo aquilo que foi vivenciado e aprendido durante o desenrolar do procedimento didático, mas também para que os estudantes percebam que a atividade está inserida em um contexto mais amplo do que o tratado na disciplina. Ao entenderem isso, evita-se que esse procedimento didático seja visto pelos estudantes meramente como um momento descontraído da aula, sem qualquer conexão com os conteúdos do componente curricular e que, portanto, não tem importância para seu aprendizado.

Nessa discussão, o professor deve deixar claro os paralelos que podem ser feitos entre o filme e os temas trabalhados em classe, podendo inclusive repassar trechos do filme para que os estudantes relembrem e estabeleçam outras relações. O inverso também pode ser feito: o professor perguntar aos estudantes em que trecho do filme eles acham que determinado assunto foi contemplado. Assim, os estudantes têm a oportunidade de expressar suas opiniões, estabelecendo relações com o filme e com os conhecimentos construídos.

I Atividade prática

A atividade prática é um procedimento didático característico do ensino de Ciências. Seja realizada em sala de aula ou no laboratório, seja conduzida pelos estudantes ou demonstrada pelo professor, ela permite trabalhar com diversas habilidades próprias da investigação científica, tais como: observação atenta e minuciosa; elaboração de hipóteses; coleta, registro e seleção de informações; teste de hipóteses e conclusões a partir dos resultados obtidos.

A ausência na escola de um espaço físico próprio para o desenvolvimento de atividades práticas – como um laboratório – e/ou de instrumentais adequados não precisa ser um impeditivo à realização delas. A sala de aula pode ser usada para demonstração de fenômenos ou até mesmo para execução, pelos estudantes, de experimentos mais simples.

Quanto aos instrumentais, em muitos casos eles podem ser substituídos por objetos do dia a dia do estudante. Em muitos casos, podem ser utilizados materiais recicláveis, proposta que une o desafio do processo investigativo com atitudes relacionadas à sustentabilidade.

Geralmente os estudantes ficam bastante motivados quando atividades práticas são propostas, porém essa motivação inicial não garante, sozinha, um bom aproveitamento da aula. Para que isso ocorra, o professor deve planejar adequadamente a aula para que os estudantes aliem prazer com saber. Exemplificamos a seguir como isso pode ser feito, apresentando uma proposta que pode ser usada como contato inicial dos estudantes com materiais de laboratório.

Conhecendo objetos de laboratório

Nesta primeira etapa, o objetivo é que os estudantes tenham contato com objetos comumente utilizados em experimentos laboratoriais, como béquer, proveta, funil, tubo de ensaio, entre outros. No caso de haver esses objetos de laboratório na escola, o professor pode montar pequenos grupos de estudantes e, em cada grupo, deixar um exemplar de cada objeto para que eles possam ver e manipular¹². Caso não haja tais objetos na escola, o professor pode obter imagens deles ou mesmo desenhá-los na lousa para que os estudantes tenham uma ideia de como eles são.

Um a um, o professor deve apresentar o objeto (ou uma imagem dele), dizer e escrever seu nome e suas funções. Para que os estudantes possam aproveitar melhor as informações e registrá-las adequadamente, o professor pode distribuir uma tabela com três colunas: 1 – desenho do objeto; 2 – nome do objeto; 3 – utilidade(s) do objeto. Conforme o professor explica o objeto, os estudantes devem fazer o registro das informações na tabela, preenchendo as três colunas. Essa tabela pode ser usada também em outras aulas práticas, tanto para os estudantes consultarem a respeito dos objetos que já conheceram como para colocar informações sobre novos objetos com que têm contato.

Propondo um desafio de criar um objeto de laboratório

Após conhecerem objetos básicos de laboratório e suas funções, o professor pode propor um desafio aos estudantes: transformar uma garrafa plástica (tipo PET) em um instrumento de medida para ser usado em laboratório.

12 Orientações de segurança, especialmente em relação às vidrarias, devem ser dadas pelo professor antes de distribuir os objetos aos estudantes.

Para resolver o desafio, cada grupo deve ter disponível uma garrafa e todos os objetos de laboratório que os estudantes tiveram contato na atividade anterior, além de água e caneta própria para escrever em plástico. No caso de escolas que não possuem os objetos de laboratório, o professor pode substituí-los por utensílios de cozinha, como jarra, funil e copo de medida. A presença desse último é fundamental, pois é a partir dele que os estudantes conseguirão resolver o desafio. No caso dos objetos de laboratório, esse papel é preenchido pela proveta ou pelo béquer.

Em qualquer uma das situações, é importante que os estudantes percebam que necessitam de um objeto de referência para medir volumes – o copo de medida, a proveta ou o béquer. Ao colocar um volume de água em um desses objetos até uma medida conhecida (por exemplo, 50 mL) e depois transferir todo esse conteúdo para a garrafa plástica, os estudantes devem reconhecer que a quantidade transferida é equivalente à que estava no objeto e, portanto, o nível de água na garrafa corresponde à quantidade medida no objeto (50 mL, no exemplo). A cada volume de água transferido à garrafa, os estudantes devem marcar com a caneta o nível atingido pela água, fazendo um risco e colocando o número correspondente ao volume medido. Repetindo o procedimento, os estudantes terão uma escala de medida de volume na garrafa, podendo usá-la no laboratório como um instrumento de medida.

Esse desafio exemplifica algumas habilidades que podem ser desenvolvidas com atividades práticas. Para tentar resolver o desafio, os estudantes elaboram várias hipóteses alternativas. É comum, por exemplo, pegarem uma régua para medir a altura do nível da água no objeto e colocar na garrafa plástica uma quantidade de água equivalente a essa altura. Refletir sobre essa tentativa no grupo é uma oportunidade de discutir sobre os equívocos dessa hipótese e a necessidade de tentar elaborar uma nova hipótese.

Registro das informações

Após terminar a etapa anterior, o professor pode pedir aos estudantes que registrem por escrito como tentaram resolver o desafio de transformar a garrafa plástica em um instrumento de medida. Essa pode ser uma oportunidade não só de registrar os resultados obtidos, mas também de trabalhar com habilidades relativas à produção de texto. Pode-se, por exemplo, solicitar aos estudantes que escrevam um relatório nos moldes de um trabalho científico, estruturado nos itens:

- **Introdução:** contextualizar a atividade realizada;
- **Objetivo:** sintetizar o objetivo da atividade;

- **Procedimentos (Material e métodos):** descrever os materiais utilizados no experimento e os procedimentos que foram realizados;
- **Observações feitas (ou Resultados e discussão):** apresentar os resultados que foram observados e o que eles revelam em relação ao objetivo do trabalho;
- **Conclusões:** relatar sobre o que podem concluir a partir dos resultados observados.

Como avaliar o desenvolvimento do estudante?

Mais do que uma obrigação formal das atribuições do professor, a avaliação do desempenho dos estudantes deve estar totalmente integrada à perspectiva de ensino de Ciências da Natureza preocupada com a formação integral do aluno. Sendo assim, a avaliação não pode se restringir a uma atividade (geralmente prova) realizada ao término de uma sequência didática sobre um tema e que serve para “medir” o quanto o estudante aprendeu daquilo que o professor pretendeu ensinar.

Conforme apontam Zabala e Arnau (2010, p. 202):

O objetivo da avaliação [de competências] consiste em averiguar o grau de aprendizado adquirido em cada um dos conteúdos distintos de aprendizagem que configuram a competência, mas com relação a uma situação que garanta sentido e funcionalidade aos conteúdos e às atividades de avaliação.

Tais autores propõem que as elaborações das atividades de avaliação envolvam as relações entre competência geral, competência específica e situação-problema, sendo as duas últimas subordinadas à primeira. Portanto, a elaboração das atividades deve ser planejada de modo a permitir a avaliação a partir de indicadores de obtenção de uma competência específica (os quais fornecem informações sobre os conhecimentos ou domínios a ela relacionados), funcionando ao mesmo tempo como forma de resolver a situação-problema (ZABALA; ARNAU, 2010).

Assim, a avaliação deve ser processual e estar presente em todas as etapas de desenvolvimento de um tema. Para cada etapa, devem ser traçados os objetivos e os instrumentos de avaliação mais adequados para o momento. Os resultados obtidos devem auxiliar não só o professor no planejamento das aulas e das atividades que deverá desenvolver, mas principalmente permitir a cada estudante reconhecer suas dificuldades e seus avanços ao longo do processo, servindo

– conforme aponta Sanmartí (2009) – como um processo de autorregulação da aprendizagem pelo próprio estudante.

Antes de iniciar o trabalho sobre determinado tema, o professor pode fazer uma sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio de uma avaliação diagnóstica. Para essa finalidade, questões como: “o que você entende por ...” ou “cite três palavras que vêm imediatamente à sua mente quando você ouve falar em...” ajudam a revelar a percepção dos estudantes a respeito do tema, incluindo seu nível de conhecimento e eventuais erros conceituais. O professor, a partir dessa sondagem, pode planejar de maneira mais adequada as etapas seguintes do trabalho e formular atividades que favoreçam a construção dos conceitos científicos. Questões em que os estudantes devem aplicar os conhecimentos prévios para interpretar situações-problema também podem fazer parte de uma avaliação diagnóstica, tendo como um dos objetivos a autopercepção por parte do estudante a respeito da limitação ou suficiência desses conhecimentos.

Após a realização da avaliação diagnóstica e durante o desenvolvimento do tema abordado, diversas atividades avaliativas podem ser dadas pelo professor, como questionários, relatórios de aulas práticas, mapas conceituais e produção de textos. É importante que fique claro, tanto para o professor como para os estudantes, que objetivos em relação às competências específicas serão avaliados. Para tanto, duas modalidades de avaliação podem ser consideradas (SANMARTÍ, 2009):

- **Avaliação formadora:** modalidade de avaliação que busca desenvolver a capacidade de os estudantes se autorregularem, permitindo a eles verificar se: a) apropriaram-se dos objetivos da aprendizagem; b) são capazes de prever e planejar adequadamente as operações necessárias para realizar um determinado tipo de tarefa; e c) apropriaram-se dos critérios de avaliação.
- **Avaliação formativa:** modalidade de avaliação que se realiza durante o processo de ensino-aprendizagem. Seu objetivo é identificar as dificuldades e os progressos de aprendizagem dos estudantes, a fim de poder adaptar o processo didático dos professores às necessidades de aprendizagem dos alunos. Portanto, tem uma finalidade reguladora da aprendizagem e do ensino.

O uso dessas modalidades de avaliação não exclui a aplicação de avaliações somativas, como as provas, realizadas ao final do processo e que permitem visualizar os resultados alcançados ao término do desenvolvimento de um tema.

Por fim, vale lembrar que os vários instrumentos avaliativos nas diversas modalidades devem contemplar habi-

lidades e competências que se espera que os estudantes desenvolvam durante o processo de ensino-aprendizagem. Nas diversas atividades avaliativas, a versatilidade do livro didático como recurso didático pode ser bastante aproveitada, ora como fonte de consulta, ora utilizando as questões e outras atividades propostas no próprio livro, outras vezes utilizando seus textos como base para elaboração de mapas conceituais, ou ainda outros usos suscitados pela criatividade do professor.

I Para além do ensino disciplinar

Em diversas situações de seu dia a dia, os estudantes precisam mobilizar habilidades variadas relacionadas aos diferentes componentes curriculares do contexto escolar.

Como aproximar essas experiências da rotina dos estudantes daquilo que se ensina na escola? Certamente, o trabalho isolado dos professores dos diferentes componentes curriculares não favorece tal aproximação. Mas, e se os associarmos com a seguinte competência geral da BNCC: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.”?

Promover experiências de aprendizagem considerando situações reais e recorrentes no cotidiano dos estudantes no ambiente escolar permite articular, a partir dos conteúdos de aprendizagem, componentes de competências específicos de cada disciplina (principalmente os componentes conceituais e procedimentais) com outros componentes – incluindo os atitudinais – que são comuns a mais de uma disciplina, ou seja, são interdisciplinares.

Por sua vez, como apontam Zabala e Arnau (2010), há componentes que não são de domínio específico de nenhuma disciplina, os quais são denominados por esses autores de metadisciplinares. Tais componentes metadisciplinares estão relacionados aos componentes procedimentais e atitudinais. “Exercitar a curiosidade intelectual” é um exemplo disso.

Nesta coleção, foram selecionados conteúdos conceituais e propostas de atividades que intencionalmente estabelecem um diálogo permanente com outros componentes curriculares, ajudando a construir ao longo do processo de escolaridade dos estudantes a percepção de que é preciso a integração desses componentes curriculares para que possamos fazer a

leitura, a compreensão e a intervenção da realidade nos seus mais diversos aspectos.

O diálogo com a matemática, por exemplo, ocorre de maneira constante em muitos capítulos nos quais os estudantes precisam mobilizar habilidades para resolução de problemas envolvendo escalas, regras de três, leitura e interpretação de gráficos, transformações de unidades, entre outras.

A interface com a geografia também é recorrente não só na leitura e interpretação de diversos tipos de mapa, como também na análise de fenômenos naturais (vulcanismo, terremotos, *tsunamis*, clima), e outros gerados pelas ações humanas (aquecimento global, desmatamento, mudanças climáticas) que têm acarretado diversos impactos ambientais preocupantes.

Não é possível que os estudantes possam se apropriar dos conhecimentos e procedimentos específicos de qualquer componente curricular se não desenvolverem e mobilizarem diversas habilidades relacionadas ao componente curricular de língua portuguesa. Todavia, a tarefa de trabalhar as competências e habilidades relacionadas a esse componente curricular deve ser de todas as disciplinas, seja nas atividades que envolvem leitura, interpretação e produção de textos de diferentes gêneros, seja na exposição oral de um tema.

Além disso, ao longo da coleção, procuramos evidenciar que a produção de conhecimento científico está diretamente relacionada com a conjuntura social, política, econômica e cultural de um determinado momento da história e não ocorre de maneira espontânea ou apenas por iniciativas individuais. Compreender a produção e divulgação científica numa perspectiva histórica é fundamental para compreensão da ciência no mundo contemporâneo e de como ela pode ajudar a resolver os graves problemas existentes.

Elencamos até aqui alguns breves exemplos de como podemos e devemos manter um diálogo permanente com os diversos componentes curriculares, trazendo para a sala de aula, de maneira intencional, situações didáticas com esse objetivo.

Além dos conteúdos e estratégias didáticas selecionados pelos autores com o objetivo de promover um diálogo permanente com outros componentes curriculares, esta coleção propõe projetos integradores que visam fomentar o trabalho coletivo entre professores de diferentes áreas. Com isso, esperamos trazer uma perspectiva integradora – interdisciplinar e metadisciplinar – que favoreça a aproximação entre a escola e o mundo do estudante, de modo a tornar a sua aprendizagem significativa.

V. Qual é o nosso papel como educadores para melhorar nossa sociedade?



Este mesmo questionamento foi feito no início deste texto. Diante do que foi discutido até aqui, esperamos que tenha ficado claro que nosso papel como educadores é essencial para que nossos estudantes sejam cidadãos envolvidos com a construção de uma sociedade justa, atuando na resolução dos problemas que ela enfrenta. Sendo assim, em uma perspectiva bem ampla de nosso papel social, podemos pensar que cabe a nós, professores e professoras, entendermos e desenvolvermos em nossos alunos as competências relativas aos sete saberes necessários para a Educação do Futuro apontados por Edgar Morin (2013):

1ª) *entender o que é conhecimento e quais são suas cegueiras*, que são a ilusão de acharmos que conhecimento é um espelho da realidade e os erros cometidos nas traduções e reconstruções que fazemos dessa realidade;

2ª) *compreender os princípios do conhecimento pertinente*, ou seja, os fundamentos do conhecimento contextualizado, entendendo as relações entre as partes e o todo;

3ª) *ensinar a condição humana*, que, segundo o autor, é simultaneamente física, biológica, psíquica, cultural, social e histórica;

4ª) *ensinar a identidade terrena*, evidenciando o destino comum de todos os seres humanos devido à crise planetária;

5ª) *enfrentar as incertezas*, desenvolvendo estratégias para lidar com elas, com os imprevistos e com o inesperado;

6ª) *ensinar a compreensão*, a fim de desenvolver a compreensão mútua entre seres humanos e evitar intolerâncias; e

7ª) *a ética do gênero humano*, ou antropológica, que envolve a tríade da condição humana: indivíduo-sociedade-espécie.

O desafio imposto é grande, mas pode representar a utopia necessária para reencantarmos a Educação e para reafirmarmos o papel que ela e nós, professores e estudantes, temos como agentes transformadores de nossa realidade, que é multifacetada e extrapola os limites dos componentes curriculares, conforme buscamos mostrar nesta coleção.



As propostas presentes na BNCC representam um avanço significativo para o ensino de Ciências no Brasil, uma vez que elas apontam para a construção de um currículo integrado, rompendo com a estrutura curricular, ainda dominante, segundo a qual os conteúdos são tratados de maneira fragmentada e desarticulada ao longo do Ensino Fundamental, em especial nos Anos Finais.

Além disso, a BNCC deslocou o desenvolvimento de competências e habilidades para o centro da discussão sobre o papel da escola, reafirmando a necessidade de estabelecermos novos paradigmas para a construção de metodologias que tenham o aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem e a necessidade de trabalharmos os conteúdos procedimentais e atitudinais com a mesma intencionalidade e grau de importância que tradicionalmente trabalhamos os conteúdos conceituais.

Esse processo de ensino e aprendizagem de habilidades e competências só é possível com a utilização de estratégias didáticas diversificadas que promovam a formação integral dos estudantes, envolvendo os âmbitos cognitivo, emocional e social.

Um dos desafios impostos na organização desta coleção foi o de elaborar narrativas que articulassem de maneira orgânica, tanto verticalmente (em cada volume) como horizontalmente (na coleção), os temas tratados em cada unidade temática e as suas respectivas habilidades. Nesse sentido, consideramos fundamental que professores e estudantes participem da construção das narrativas propostas como ponto de partida para a constituição de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para desenvolvimento das competências.

Outro desafio de igual importância foi o de nos colocarmos no lugar dos professores e nos debruçarmos na construção de propostas concretas para cada um dos 64 capítulos da coleção, pensando o dia a dia da prática docente, sempre considerando a diversidade de realidades existentes nas escolas, com suas qualidades e fragilidades.

Neste manual, o professor encontrará uma síntese das orientações didáticas e propostas complementares presentes nos planos de desenvolvimento do material digital, podendo funcionar como um guia rápido de apoio ao professor para o planejamento e execução do seu plano de ensino. Este manual também contém comentários sobre as narrativas propostas para o capítulo e sua articulação com a narrativa de outros capítulos do mesmo volume e de outros volumes da coleção.

I Material Digital do Professor

Com o objetivo de complementar o material impresso, elaboramos o Material Digital do Professor, disponibilizando propostas e subsídios para que o professor possa planejar suas aulas e, ao mesmo tempo, atualizar-se, aumentando o seu repertório tanto conceitual como metodológico.

Neste material, você encontrará:

- orientações gerais para o ano letivo;
- quadros bimestrais com os objetos de conhecimento e as habilidades que devem ser trabalhadas em cada bimestre;
- sugestões de atividades que favoreçam o trabalho com as habilidades propostas para cada ano;
- orientações para a gestão da sala de aula;
- proposta de projetos integradores para o trabalho com os diferentes componentes curriculares.

No Material Digital do Professor há um **plano de desenvolvimento** para cada bimestre, totalizando quatro no total. O objetivo dos planos de desenvolvimento é explicitar as habilidades e os objetos de conhecimento a serem trabalhados em cada bimestre, bem como a distribuição deles no livro do estudante. Os planos de desenvolvimento também sugerem práticas de sala de aula que propiciam o desenvolvimento das competências gerais da Educação Básica e das competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental.

Cada plano de desenvolvimento é acompanhado por um **projeto integrador**, que tem como principal objetivo apresentar propostas de projetos interdisciplinares, integrando objetos de conhecimento e habilidades de pelo menos dois componentes curriculares, e favorecer o desenvolvimento das competências gerais constantes na BNCC.

Para auxiliar o monitoramento das aprendizagens dos estudantes, é fornecida, ainda, uma **Proposta de Acompanhamento da Aprendizagem** bimestral, composta por avaliação, gabarito e ficha de acompanhamento das aprendizagens do estudante.

Também faz parte do Material Digital do Professor as **Sequências Didáticas** e os **Materiais Digitais Audiovisuais**. Nas orientações específicas deste Manual do Professor, são indicadas as sequências didáticas e os materiais digitais audiovisuais associados aos temas estudados.

As habilidades e os objetos de conhecimento da BNCC na coleção

Unidades temáticas: Matéria e Energia Vida e Evolução Terra e Universo

Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6º	Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais Materiais sintéticos Transformações químicas	(EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).																
		(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).																
		(EF06CI03) Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).																
		(EF06CI04) Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.																
	Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso Lentes corretivas	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.																
		(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos [físicos ou digitais], que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.																
		(EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.																
		(EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão.																
	Forma, estrutura e movimentos da Terra	(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.																
		(EF06CI10) Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.																
		(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.																
		(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.																
		(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.																
		(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.																

Unidades temáticas:  Matéria e Energia  Vida e Evolução  Terra e Universo

Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7º	Máquinas simples Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	(EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.																
		(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.																
		(EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.																
		(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.																
		(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.																
		(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).																
	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.																
		(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.																
		(EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde.																
		(EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.																
		(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.																
		(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.																



Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7º	Efeito estufa	(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.																
	Camada de ozônio	(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.																
	Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis)	(EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.																
	Placas tectônicas e deriva continental	(EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.																
	Fontes e tipos de energia	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.																
	Transformação de energia	(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.																
8º	Cálculo de consumo de energia elétrica	(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).																
	Circuitos elétricos	(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.																
	Uso consciente de energia elétrica	(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.																
		(EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.																
	Mecanismos reprodutivos	(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.																
	Sexualidade	(EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.																

Unidades temáticas:  Matéria e Energia  Vida e Evolução  Terra e Universo

Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8º	Sistema Sol, Terra e Lua Clima	(EF08CI09) Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).																
		(EF08CI10) Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.																
		(EF08CI11) Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).																
		(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.																
		(EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais.																
9º	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde	(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.																
		(EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.																
		(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.																
		(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.																
		(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.																
		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.																
		(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.																
		(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.																



Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9º		(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.																
		(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).																
	Hereditariedade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.																
	Ideias evolucionistas	(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.																
	Preservação da biodiversidade	(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.																
		(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.																
		(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.																
		(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.																
		(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).																
		(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).																
	Vida humana fora da Terra	(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.																
	Ordem de grandeza astronômica	(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.																
	Evolução estelar																	

VII. Os temas da coleção



Esta coleção foi estruturada a partir das três unidades temáticas propostas pela BNCC para o componente curricular Ciências da Natureza, a saber: Vida e Evolução, Terra e Universo e Matéria e Energia. Para cada uma dessas unidades, foi mantida a distribuição dos objetos do conhecimento e as habilidades associadas a eles, com a inclusão de algumas habilidades complementares à BNCC.

A divisão temática de assuntos de cada volume da coleção segue a seguinte distribuição:

6º ano

A unidade **Terra e Universo** abre a narrativa deste volume com uma visão geral do Universo observável, com suas galáxias e sistemas estelares, fazendo um *zoom* para Sistema Solar e o nosso planeta Terra. Ao abordarmos esses temas, ampliamos e, ao mesmo tempo, aprofundamos os conhecimentos que o estudante traz dos Anos Iniciais, ao estudar a dinâmica entre Terra, Lua e Sol. A perspectiva geocêntrica é o ponto de partida para explicar as mudanças observadas na sombra de um gnômon, relacionando-as aos intervalos de tempo utilizados para a confecção dos calendários e a determinação das estações do ano. Fazendo um *zoom* ainda maior sobre o nosso planeta, abordamos as evidências relacionadas ao seu formato e as características de suas camadas. A unidade se encerra com o estudo das rochas e minerais que compõem a crosta terrestre e a formação dos fósseis associados às rochas sedimentares. Posteriormente, no 7º ano, passaremos da visão estrutural da Terra para sua dinâmica interna.

A unidade **Vida e Evolução** explora uma das camadas da Terra, a biosfera, seus elementos constituintes e sua dinâmica de funcionamento a partir da estrutura de um ecossistema, com suas cadeias e teias alimentares e dos fenômenos da fotossíntese e respiração, essenciais para a manutenção da vida no nosso planeta. Esses conteúdos permitem o resgate dos conhecimentos que o estudante acumulou nos Anos Iniciais sobre os seres vivos, seus elos nutricionais e sua relação com o ambiente natural. Fazendo novamente um *zoom*, abordamos a unidade básica formadora de todos os seres vivos – a célula e os seus níveis de organização (célula, tecidos, órgãos e sistemas) – com foco na relação do sistema nervoso humano com os sistemas sensorial e locomotor.

A unidade **Matéria e Energia** promove um resgate de conhecimentos que o estudante já adquiriu nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sobre materiais e objetos do seu entorno, fechando este volume com uma breve história da utilização

da energia e de diversos materiais pelo ser humano, as propriedades destes materiais, os métodos de separação das substâncias e suas transformações, o que possibilitou os seus diversos usos pela humanidade.

7º ano

A unidade **Terra e Universo** abre a narrativa deste volume abordando, a partir dos conhecimentos obtidos no ano anterior sobre a estrutura do planeta, alguns fenômenos relacionados à dinâmica da Terra, como o vulcanismo, os terremotos e os *tsunamis*. Na sequência, aprofundamos o estudo da atmosfera, suas características e sua importância para o equilíbrio dinâmico do planeta e para a existência da vida. Fechando esta unidade, abordamos os impactos na atmosfera causados pelas ações antrópicas e as ações que visam minimizá-los, com vistas à sustentabilidade do planeta. Esse estudo será retomado no 8º ano, ao abordarmos aspectos relativos à ação humana sobre o clima, em nível local e global.

Aprofundando o estudo da biosfera, iniciado no 6º ano, a unidade **Vida e Evolução** tem como foco o estudo dos principais biomas mundiais e, em especial, os do Brasil, principalmente com relação à sua biodiversidade, às suas características, aos impactos naturais e àqueles causados pelas ações antrópicas e suas consequências. Para melhor compreensão da biodiversidade dos biomas, iniciamos a narrativa desta unidade com um estudo sobre a classificação dos seres vivos. Na sequência, abordamos a questão da produção e disposição do lixo, bem como a poluição das bacias hidrográficas e os problemas recorrentes em muitas cidades do Brasil e do mundo. As doenças relacionadas com a água, seja de veiculações hídricas, seja causadas pela sua contaminação, assim como os mecanismos de defesa do nosso corpo, em especial o nosso sistema imunitário, fecham esta unidade.

A unidade **Matéria e Energia** aborda o uso das máquinas simples e das máquinas térmicas numa perspectiva histórica, dando continuidade à narrativa sobre a história do uso da energia pela humanidade. A unidade começa com o estudo das forças, essencial para a compreensão das máquinas simples e térmicas e outros fenômenos que serão abordados nos volumes seguintes da coleção.

8º ano

A unidade **Vida e Evolução** tem como tema a sexualidade humana, tratada não apenas a partir dos aspectos de natu-

reza biológica, mas também cultural e psicológica. Iniciamos a unidade com o estudo da reprodução nos seres vivos em uma perspectiva evolutiva, introduzindo conceitos e relações essenciais que serão utilizados ao longo da unidade. Puberdade, sistemas genitais, gravidez e parto, contraceptivos e ISTS (DSTS) são abordados nesta unidade. Esses temas favorecem uma retomada de abordagens desenvolvidas nos Anos Iniciais, quando os estudantes começaram seus estudos do corpo de um ponto de vista de cuidado, respeito e acolhimento às diferenças individuais.

A unidade **Matéria e Energia** dá continuidade à narrativa sobre a história do uso da energia pela humanidade, abordando a energia elétrica com os temas: eletrostática, eletrodinâmica, circuitos elétricos e distribuição da energia elétrica e sua relação com o magnetismo (eletromagnetismo), além das matrizes energéticas no Brasil e no mundo.

A unidade **Terra e Universo** tem como foco o estudo do clima, tanto no nível nacional como no mundial, abordando o conjunto de variáveis responsáveis pela sua formação, as mudanças geradas por fatores naturais e antrópicos e suas consequências. O tema sustentabilidade, já abordado no 7º ano, mais uma vez se faz presente. A relação entre o Sol, a Terra e a Lua é objeto de estudo no início da unidade, possibilitando a compreensão das estações do ano numa perspectiva heliocêntrica do Sistema Solar e de outros fenômenos relacionados à interação entre esses astros.

9º ano

A unidade **Vida e Evolução** aborda, num primeiro momento, a questão da sustentabilidade a partir dos problemas observados nos centros urbanos e do importante papel das unidades de conservação (UCs), fechando a narrativa sobre os fatores antrópicos que vêm impactando o planeta e as ações que podem mitigá-los. Num segundo momento, a unidade aborda as noções básicas de Genética e as perspectivas dessa área do conhecimento no século XXI, com as novas descobertas e avanços da tecnologia, resgatando conhecimentos que foram adquiridos durante os anos anteriores do Ensino Fundamental.

A unidade **Matéria e Energia** aprofunda a discussão sobre a estrutura da matéria numa perspectiva histórica, utilizando o modelo de Dalton para explicar as mudanças de estado físico e outros fenômenos. Fechando a narrativa sobre a utilização das diversas modalidades de energia pela humanidade, a unidade aprofunda o estudo sobre as ondas eletromagnéticas, suas aplicações e seus impactos na sociedade contemporânea, sempre explicitando a relação entre ciência e tecnologia, perspectiva adotada em toda a coleção.

A unidade **Terra e Universo** resgata e aprofunda o estudo sobre o Universo, já presente nos anos anteriores, buscando incorporar ao repertório dos alunos conhecimentos adquiridos pela humanidade com o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento de modelos explicativos para compreender a sua origem, o ciclo de vida das estrelas, as explicações sobre origem da vida e a possibilidade de vida fora da Terra.

VIII. Referências bibliográficas



BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais* / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. 138p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>> [acesso em: 18 set. 2018].

_____. *Base Nacional Curricular Comum*. 2017. Brasília: MEC / CONSED/UNDIME. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> [acesso em: 28 set. 2018].

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília, 2013.

_____. Lei nº 8.069, de julho de 1990. *Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)*.

_____. Lei nº 9.795, de abril de 1999. *Política Nacional de Educação Ambiental*.

_____. Lei nº 10.741, de outubro de 2003. *Estatuto do Idoso*.

_____. Lei nº 11.947, de junho de 2009. *Alimentação Escolar*.

_____. Parecer CNE/CP nº 3/2004 e Resolução CNE/CP nº 01/2004. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana*.

CANIATO, Rodolfo. *Com Ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de Ciências*. Campinas: Papirus, 1987.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros*. Percepção pública da C&T: 2015. Brasília, DF: 2017. 152p. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/percepcao_web.pdf> [acesso em: 28 set. 2018].

COLL, César. *Psicologia e Currículo – Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. 2. ed. São Paulo: Ática, 1987.

FANTE, Cléo. *Fenômeno Bullying: como prevenir a violência nas escolas e educar para paz*. 2. ed. rev. e ampl. Campinas: Versus, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Inclusão de Ciências no Saeb – Documento básico*, 2013. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/menu_do_professor/matrizes_de_referencia/livreto_saeb_ciencias.pdf> [acesso em: 28 set. 2018].

KARNAL, Leandro. *Conversas com um jovem professor*. [colaboração de Rose Karnal]. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2017.

MORIN, Edgar. *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. Brasília: Unesco, 2013.

OLIVEIRA, Denis. Bauman: para que a utopia renasça é preciso confiar no potencial humano. *Revista Cult*. Publicado em: 9 jan. 2017. Disponível em: <<https://revistacult.uol.com.br/home/entrevista-zygmunt-bauman/>> [acesso em: 26 set. 2018].

PETRAGLIA, Izabel Cristina. *Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber*. Petrópolis: Vozes, 1995.

SACRISTÁN, José Gimeno *et al.* *Educar por competências: o que há de novo?* Tradução Carlos Henrique Lucas Lima. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SANMARTÍ, Neus. *Avaliar para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TOGNETTA, Luciene R. Paulino; VICENTIN, Vanessa Fagionatto [organizadoras]. *Esses adolescentes de hoje...: o desafio de educar moralmente para que a convivência na escola seja um valor*. 1. ed. Americana: Adonis, 2014.

WING, Jeannette. Pensamento computacional – um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, maio/ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711/pdf>> [acesso em: 28 set. 2018].

ZABALA, Antoni.; ARNAU, Laia. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Penso, 2010.

ZIMAN, John Michael. *Conhecimento Público*. Tradução Regina Regis Junqueira. Belo Horizonte: Itatiaia/São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.



9

COMPANHIA DAS

Ciências

João Usberco

Bacharel em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de São Paulo (USP)
Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas
Professor de Química na rede particular de ensino (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental e de Química do Ensino Médio

José Manoel Martins

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências e pela Faculdade de Educação da USP
Mestre e doutor em Ciências (área de Zoologia) pelo Instituto de Biociências da USP
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental e de Biologia do Ensino Médio

Eduardo Schechtmann

Licenciado em Biologia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Pós-graduado pela Faculdade de Educação da Unicamp
Coordenador de Ciências na rede particular de ensino
Consultor e palestrante na área de educação
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Luiz Carlos Ferrer

Licenciado em Ciências Físicas e Biológicas
Especialista em Instrumentação e Metodologia para o Ensino de Ciências e Matemática e em Ecologia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC-SP)
Especialista em Geociências pela Unicamp
Pós-graduado em Ensino de Ciências do Ensino Fundamental pela Unicamp
Professor efetivo aposentado da rede pública (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Herick Martin Velloso

Licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp-SP)
Professor de Física na rede particular de ensino (São Paulo, SP)
Autor de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

Componente curricular
Ciências

Ensino Fundamental
Anos Finais



Editora
Saraiva

5ª edição • São Paulo, 2018

Direção geral: Guilherme Luz

Direção editorial: Luiz Tonolli e Renata Mascarenhas

Gestão de projeto editorial: Mirian Senra

Gestão de área: Isabel Rebelo Roque

Coordenação: Fabíola Bovo Mendonça

Edição: Daniella Drusian Gomes, Erich Gonçalves da Silva,
Helen Akemi Nomura, Mariana Amélia do Nascimento
e Regina Melo Garcia

Gerência de produção editorial: Ricardo de Gan Braga

Planejamento e controle de produção: Paula Godo,
Roseli Said e Márcia Pessoa

Revisão: Hélia de Jesus Gonsaga (ger.), Kátia Scaff Marques (coord.),
Rosângela Muricy (coord.), Ana Paula C. Mafá, Brenda T. M. Morais,
Célia Carvalho, Claudia Virgílio, Daniela Lima, Flávia S. Vêzeiro,
Gabriela M. Andrade, Heloisa Schiavo, Lilian M. Kumai,
Luciana B. Azevedo, Raquel A. Taveira, Sandra Fernandez, Sueli Bossi,
Amanda T. Silva e Bárbara de M. Genereze (estagiárias)

Arte: Daniela Amaral (ger.), André Gomes Vitale (coord.)
e Alexandre Miasato Uehara (edição de arte)

Diagramação: Essencial Design

Iconografia: Sílvia Klugin (ger.), Roberto Silva (coord.),
Tempo Composto Ltda e Mariana Sampaio (pesquisa iconográfica)

Licenciamento de conteúdos de terceiros: Thiago Fontana (coord.),
Luciana Sposito e Angra Marques (licenciamento de textos), Erika Ramires, Luciana
Pedrosa Bierbauer, Luciana Cardoso e Claudia Rodrigues (analistas adm.)

Tratamento de imagem: Cesar Wolf e Fernanda Crevin

Ilustrações: Adilson Secco, Davidson França, Jurandir Ribeiro,
Luiz Fernando Rubio, Luis Moura, Paulo Cesar Pereira,
R2 Editorial, Tiago Donizete Leme

Cartografia: Eric Fuzii (coord.), Robson Rosendo da Rocha (edit. arte)

Design: Gláucia Correa Koller (ger.),
Luiz Vassalo (proj. gráfico e capa),
Gustavo Vanini e Tatiane Porusselli (assist. arte)

Foto de capa: Pedro Venncio/EyeEm/Getty Images

Esta obra conta também com conteúdos elaborados
por Edgard Salvador (*in memoriam*).

Todos os direitos reservados por Saraiva Educação S.A.

Avenida das Nações Unidas, 7221, 1º andar, Setor A –
Espaço 2 – Pinheiros – SP – CEP 05425-902
SAC 0800 011 7875
www.editorasaraiva.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Companhia das ciências, 9º ano : ensino fundamental, anos
finais / Usberco... [et al.] -- 5. ed. -- São Paulo :
Saraiva, 2018.

Suplementado pelo manual do professor.
Bibliografia.

Outros autores: José Manoel, Eduardo Schechtmann, Luiz
Carlos Ferrer, Herick Martin Velloso
ISBN: 978-85-472-3635-9 (aluno)
ISBN: 978-85-472-3636-6 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental). I. Usberco. II.
Manoel, José. III. Schechtmann, Eduardo. IV. Ferrer, Luiz
Carlos. V. Velloso, Herick Martin.

2018-0030

CDD: 372.35

Julia do Nascimento - Bibliotecária - CRB-8/010142

2018

Código da obra CL 820647

CAE 631652 (AL) / 631744 (PR)

5ª edição

1ª impressão



Impressão e acabamento

Caro estudante,

Nosso cotidiano é repleto de situações que podem ser mais bem entendidas quando conhecemos ciência.

Por que se forma um arco-íris? Por que o céu é azul? Por que os filhos são parecidos com os pais? Por que a gente sempre vê primeiro o raio e só depois ouve o som do trovão?

Nos últimos cem anos, as pessoas produziram mais conhecimentos científicos e tecnológicos do que em toda a história anterior. A velocidade com que novas descobertas e suas aplicações são feitas abre a possibilidade de avançarmos rapidamente na resolução de problemas.

Estamos cada vez mais conscientes da necessidade de explorar de forma sustentável os recursos naturais do planeta, para que a melhora da nossa qualidade de vida possa se estender às futuras gerações.

É isto que queremos propor a você, estudante, nesta coleção: investigar os fenômenos da natureza e procurar entendê-los para tornar o mundo um lugar melhor. Além disso, perceber que a ciência se modifica ao longo do tempo, com as novas descobertas, e que as explicações não podem ser consideradas definitivas: há sempre algo a mais para descobrir, para entender e para propor.

O convite está feito! Teremos o maior prazer em compartilhar essa viagem com você.

Um grande abraço,
Os autores



ABERTURA DA UNIDADE

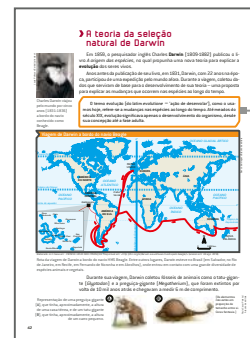
O começo de cada unidade traz uma imagem e um texto para sensibilizá-lo e motivá-lo a aprender mais sobre o tema proposto.



ABERTURA DO CAPÍTULO
Imagens e questões iniciam o capítulo, estimulando a troca de ideias e conhecimentos sobre os temas que serão estudados.

UM POUCO MAIS

Ao longo do capítulo, você encontra boxes com assuntos que complementam o conteúdo estudado. São curiosidades, fatos históricos e ampliações dos temas desenvolvidos.



QUADROS INFORMATIVOS
Ao longo do texto são apresentadas informações complementares ao tema estudado, relacionadas a Ciências ou a outras disciplinas, ou mesmo uma retomada de conceitos que você já estudou em anos anteriores.

TEXTO PRINCIPAL

Além de textos que apresentam os temas principais, há esquemas, fotografias, mapas, gráficos e tabelas que ilustram o conteúdo e auxiliam na sua compreensão.



INFOGRÁFICO

Este recurso ajuda você a visualizar e compreender alguns fenômenos naturais.



VOCABULÁRIO E GLOSSÁRIO

Para auxiliá-lo na leitura e interpretação dos textos, há palavras e termos destacados cujos significados aparecem em boxes nas laterais da página ou ao longo dos textos.

Ao longo do capítulo, há boxes com sugestões de livros, sites, vídeos, filmes, documentários, jogos e até locais que você pode visitar para enriquecer ainda mais o seu aprendizado.

PRÓXIMO CAPÍTULO: O QUE ESTUDO?

- O que é genoma.
- O Projeto Genoma.
- O que são organismos transgênicos.
- O que são clones.
- O que são células-tronco.
- O que é terapia gênica.
- Ética e bioética associadas às novas avanços da Genética.

Quadro com um resumo dos principais temas estudados em cada capítulo.

Questões

1 O que faz os biólogos considerarem, por muito tempo, o parafuso como um "elo perdido"?
2 Segundo o texto, entre as alternativas a seguir, qual seria a representação da Sílaxia que os biólogos consideravam correta para representar o parafuso como um elo perdido entre anfíbios e os antílopes?

Resposta: Molossus Comptosius Molossus Parapsilax Comptosius
I II III

Comptosius Parapsilax Molossus
IV V VI

Cópula 1 - © permissionada dos autores

Texto para leitura,
aprofundamento
e atualização das
descobertas científicas,
com questionamentos
para verificar se
você compreendeu
o que foi lido.

Atividades para você
colocar em prática o que
aprendeu e descobrir
mais sobre cada tema.

Exercícios para verificação e organização do
aprendizado dos principais conteúdos do capítulo.

Uma ou mais atividades que sintetizam os principais conceitos tratados no capítulo.

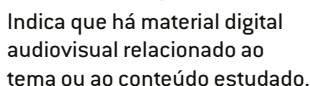
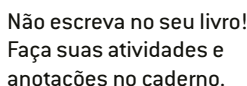
Exercícios para você se aprofundar, pesquisar e debater sobre temas relacionados ao que foi estudado.

De que forma, de ponto de vista científico, a espécie humana faz parte do grupo dos primatas. Você se lembra de sua classificação da sua espécie?

Os animais são, a priori, avaliados segundo a sua origem e seus habitats formando um ancestral comum, a partir do qual evoluíram independentemente. Estruturas científicas apontam que o grupo dos chimpanzés é o mais aparentado com os seres humanos. Embora ambos divergissem sobre a preleção em seus habitats e chimpanzés teriam se separado em sua caminhada evolutiva, é possível que sua trajetória tenha sido cerca de 6 milhões de anos.

Nome	Origem
Felis	América
Canis	América
Ursus	América
Elephas	América
Equus	América
Procyon	América
Mustela	América
Sciurus	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América
Odocoileus	América
Lepus	América
Sorex	América
Microtus	América
Reithrodontomys	América
Peromyscus	América
Thomomys	América
Castor	América
Capreolus	América
Alces	América

Estes boxes ajudam a esclarecer algumas ideias ou assuntos que podem ser confusos ou polêmicos.



SUMÁRIO

UNIDADE 1

VIDA E EVOLUÇÃO

8

CAPÍTULO 1 - CIDADES SUSTENTÁVEIS	10	Semelhanças e diferenças	55
O desenvolvimento sustentável e as cidades	11	As novidades evolutivas	56
Os meios de transporte nas cidades	14	Árvores filogenéticas: a representação da evolução	58
Exemplos de práticas sustentáveis	15	Infográfico – Adaptações de seres vivos à Caatinga	60
O consumo consciente	16	Atividades	63
Os benefícios das áreas verdes	18	Pense e resolva	63
Hortas urbanas	19	Síntese	64
Atividades	20	Leitura complementar	65
Pense e resolva	20	CAPÍTULO 5 - GENÉTICA E SEUS FUNDAMENTOS	66
Síntese	22	Mendel e as origens da Genética	67
Desafios	22	Por que ervilhas?	67
Leitura complementar	24	Os resultados dos experimentos de Mendel	68
CAPÍTULO 2 - PROTEGENDO PAISAGENS	25	A Primeira Lei de Mendel aplicada a outras situações	71
Unidades de Conservação	26	Heredograma	72
Por que precisamos de áreas protegidas?	27	Século XX – a história continua	73
Tipos de Unidades de Conservação	29	Os cromossomos humanos	73
Unidades de Conservação de Proteção Integral	29	A transmissão das informações hereditárias	74
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	29	Formação dos cromossomos	75
Quantas Unidades de Conservação há no Brasil?	32	Genes	75
Áreas protegidas também no mar	33	Mutações gênicas e cromossômicas	76
As comunidades humanas nas Unidades de Conservação	34	Uma nova explicação sobre evolução	77
Atividades	35	Atividades	78
Pense e resolva	35	Pense e resolva	78
Síntese	37	Síntese	79
Desafios	37	Desafio	79
Leitura complementar	38	Leitura complementar	80
CAPÍTULO 3 - EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS	39	CAPÍTULO 6 - GENÉTICA NO SÉCULO XXI	81
Como as características são herdadas?	40	Pesquisas com DNA	82
O criacionismo e o fixismo	40	O Projeto Genoma	82
O transformismo de Lamarck	41	Projeto Genoma <i>Xylella fastidiosa</i>	82
A teoria da seleção natural de Darwin	42	Projeto Genoma Humano	83
Em que diferiam as teorias de Lamarck e de Darwin?	44	Organismos transgênicos	84
Wallace e a seleção natural	45	Alimentos transgênicos	84
Alguns tipos de adaptação dos seres vivos	46	A rotulagem dos alimentos transgênicos	85
Camuflagem	46	Clonagem	86
Mimetismo	47	O caso da ovelha Dolly	87
Atividades	48	A clonagem para fins terapêuticos	88
Pense e resolva	48	Terapia genética	90
Síntese	50	Bioética	90
Leitura complementar	51	Atividades	91
CAPÍTULO 4 - O PARENTESCO DAS ESPÉCIES	52	Pense e resolva	91
Novas espécies são formadas	53	Síntese	91
Especiação	54	Desafio	91
		Leitura complementar	92

UNIDADE 2

MATÉRIA E ENERGIA

94

CAPÍTULO 7 - A MATÉRIA E OS ÁTOMOS	96	Fusão e solidificação	110
A história da constituição da matéria	97	Vaporização e liquefação	110
Leis ponderais	99	Sublimação	111
Lei da conservação das massas	99	Processos endotérmicos e exotérmicos	112
Lei das proporções definidas	100	Influência da temperatura nas mudanças de estado	112
O primeiro modelo atômico: Dalton	100	Influência da pressão nas mudanças de estado	114
Substâncias puras simples e compostas	103	Densidade	115
Atividades	104	Atividades	117
Pense e resolva	104	Pense e resolva	117
Síntese	104	Síntese	118
Desafios	105	Desafios	120
Leitura complementar	106	Prática	121
CAPÍTULO 8 - OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E SUAS CARACTERÍSTICAS	107	CAPÍTULO 9 - DESCOBRINDO A ESTRUTURA ATÔMICA	123
O modelo de Dalton e as mudanças de estado físico	108	Características elétricas da matéria	124
Mudanças de estado físico	110	O modelo de Thomson	124

Radioatividade	125
O experimento de Rutherford	126
Principais características do átomo e suas relações	128
Número atômico (Z)	128
Número de massa (A)	129
Número de nêutrons (n)	129
Elemento químico	129
Íons	131
Íons positivos ou cátions	131
Íons negativos ou ânions	132
Semelhanças atômicas	133
Atividades	135
Pense e resolva	135
Síntese	136
Desafios	137
Prática	138
CAPÍTULO 10 - LUZ E CORES	139
A dualidade da luz	140
Luz visível	140
A Óptica geométrica	141
Fontes de luz	141
Meios ópticos	142
Os princípios da Óptica geométrica	143
Sombra e penumbra	146
Fenômenos ópticos	148
As cores	151
As cores primárias	151
As cores que vemos	153
Atividades	154
Pense e resolva	154
Síntese	154
Desafio	155
Prática	156

CAPÍTULO 11 - ONDULATÓRIA	158
Ondas	159
Elementos de uma onda periódica	160
Velocidade de propagação de uma onda	163
Natureza das ondas periódicas	163
Ondas sonoras	164
A velocidade do som	165
Qualidades fisiológicas do som	166
Eco	168
Transmissão e recepção de som e imagem (áudio e vídeo)	168
O rádio	169
A televisão	171
Atividades	173
Pense e resolva	173
Síntese	175
Desafio	175
Prática	175
CAPÍTULO 12 - RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS	178
As ondas eletromagnéticas	179
Ondas de rádio e TV	180
Micro-ondas	180
Infravermelho	181
Espectro visível	182
Ultravioleta	182
Raios X	183
Raios gama	183
Atividades	186
Pense e resolva	186
Síntese	187
Desafio	187
Prática	187

UNIDADE 3

TERRA E UNIVERSO 188

CAPÍTULO 13 - CICLO DAS ESTRELAS	190
Teoria cosmológica	191
Infográfico – A teoria do <i>big-bang</i>	194
Nebulosas – onde nascem e morrem as estrelas	196
Como nasce uma estrela?	197
A sequência principal	198
Como são classificadas as estrelas?	198
Como morre uma estrela?	200
Supergigante vermelha	201
O início de um novo ciclo	204
Atividades	205
Pense e resolva	205
Síntese	205
Desafio	205
Prática	206
Leitura complementar	207
CAPÍTULO 14 - SISTEMA SOLAR	208
A teoria [ou hipótese] nebular	209
Nosso Universo povoado de galáxias	211
Os componentes do Sistema Solar	212
O Sol	212
Os planetas	215
Os planetas-anões	220
Asteroides e cometas	222
Atividades	223
Pense e resolva	223
Síntese	223
Desafio	223
Prática	224

CAPÍTULO 15 - ETNOASTRONOMIA	226
Um olhar étnico e cultural sobre o Universo	227
Astronomia cultural: pesquisando as “marcas” do passado	228
A marcação do tempo	230
Sol, Terra, Lua e planetas do Sistema Solar	235
Os eclipses	236
Atividades	237
Pense e resolva	237
Síntese	237
Desafio	237
Leitura complementar	238
CAPÍTULO 16 - A VIDA FORA DA TERRA	240
O ser humano no espaço	241
O que acontece com o corpo humano no espaço?	245
O que pode acontecer com o corpo ao retornar à Terra?	245
Como minimizar os efeitos da ausência de gravidade no corpo?	246
O ser humano: um eterno explorador	246
E se um dia tivermos de deixar a Terra?	247
Como viajar?	250
Quem paga essa conta?	251
Atividades	253
Pense e resolva	253
Síntese	254
Desafio	254
Leitura complementar	255
Referências bibliográficas	256

Competências gerais da BNCC

- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
- Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
- Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
- Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.



- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico com provisório, cultural e histórico.
- Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos,

práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

- Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

O ser humano, entre milhares de espécies que habitam a biosfera, desenvolveu uma enorme capacidade de se adaptar e modificar o meio ambiente. Suas populações se distribuem por todos os pontos do planeta, nos mais variados biomas, concentrando-se, nos dias atuais, principalmente nas cidades.

Nesta unidade vamos conhecer os desafios que temos de enfrentar para viver de forma sustentável e como podemos preservar os biomas brasileiros. Também estudaremos as teorias sobre a evolução das espécies e como suas características são passadas de uma geração para outra.

Nesta unidade

Ao longo da unidade Vida e Evolução, trataremos de três temas fundamentais para a formação dos estudantes nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

No primeiro bloco, constituído dos capítulos 1 e 2, o tema central é a vida urbana, com foco nas questões socioambientais, em que abordaremos a necessidade de ações individuais e coletivas, além de políticas públicas que tenham como objetivo principal tornar as cidades mais sustentáveis. Também nesse bloco vamos discutir a importância da criação de Unidades de Conservação (UCs) e o papel que elas desempenham na manutenção dos patrimônios biológico, geológico e cultural.

O segundo bloco, formado pelos capítulos 3 e 4, trata das ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin, estabelecendo comparações entre as teorias deles na compreensão da diversidade biológica. A abordagem da teoria da evolução por seleção natural (darwinismo) traz exemplos de sua aplicação em situações do dia a dia, além de ser a base para o entendimento dos processos envolvidos no surgimento de novas espécies e suas representações em árvores filogenéticas em que se apresentam hipóteses sobre sua evolução.

No terceiro bloco, dos quais fazem parte os capítulos 5 e 6, resgatamos alguns conceitos já estudados para construir um modelo explicativo de como ocorre a transmissão de características de uma geração para outra – a hereditariedade. O capítulo aprofunda o estudo da evolução, com a construção de teorias que relacionam as ideias evolucionistas do século XIX com os conhecimentos da Genética no século XX. Finalizando esse bloco, vamos abordar os avanços recentes no campo da Genética, relacionando-os ao desenvolvimento tecnológico das últimas décadas e às suas consequências para a sociedade moderna.

Vitória, capital do Espírito Santo, eleita pela ONU uma das dez cidades brasileiras com melhor índice de qualidade de vida. Fotografia de 2016.

9

- ▶ Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
- Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
- Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
- Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Habilidade da BNCC

(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender o conceito de desenvolvimento sustentável relacionando-o aos problemas socioambientais observados nas cidades.
- Compreender a importância das áreas verdes para as cidades.

Objeto de conhecimento

- Preservação da biodiversidade.

Capítulo

1



Cidades sustentáveis



Hans Von Manteuffel/Pulsar Imagens

Comunidade no bairro Brasília Teimosa, na cidade de Recife (PE), 2015.

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), publicado em 2018, 54% da população mundial vive em áreas urbanas, e esse percentual deve crescer ao longo dos próximos anos.

Quais são os problemas e desafios que temos de enfrentar para vivermos em cidades, principalmente nas mais populosas? Você consegue identificar os principais problemas comuns nas grandes cidades brasileiras? O que seria possível fazer para melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem nelas?

Neste capítulo veremos algumas soluções locais e pontuais, coletivas e individuais, para melhorar a vida nas cidades brasileiras.

10

Problematização/Conhecimentos prévios

O tema das cidades sustentáveis deve ser desenvolvido a partir da percepção dos estudantes sobre os ambientes urbanos. Nesse sentido, é interessante propor algumas perguntas para debater com a turma, como: “Quais são os problemas e desafios que temos que enfrentar para viver em cidades, principalmente nas mais populosas?”; “Quais são os principais problemas comuns às grandes cidades brasileiras?”; “Quais seriam as soluções, locais e pontuais, coletivas e individuais, para melhorar a vida das pessoas nas cidades?”.

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), 54% da população mundial vive em áreas urbanas, e esse percentual deve crescer ao longo dos próximos anos. Na América Latina, a população urbana é de 75%, o que representa 375 milhões dos 500 milhões de habitantes. A elevada demanda de materiais e serviços por essas populações gera uma grande quantidade de resíduos, os quais necessitam de tratamento e destinação adequados. Além disso, as cidades apresentam outros problemas, ►

0 desenvolvimento sustentável e as cidades

As cidades, principalmente as mais populosas, acumulam muitos problemas em consequência da alta concentração de pessoas. Esse excesso populacional exige grandes quantidades de recursos, como alimentos, água e energia.

Como estudamos no 7º ano, um dos graves problemas das cidades é a geração de uma enorme quantidade de resíduos sólidos e líquidos, que precisam ter destinação adequada para não poluir o ambiente. Outros desafios são: garantir a boa qualidade do ar, já que a emissão de gases poluentes de veículos e indústrias é crescente; reduzir a poluição sonora; e promover a mobilidade, a segurança e o lazer públicos, visando boa qualidade de vida para os cidadãos de todas as classes sociais.

Melhorar a qualidade de vida das pessoas nas cidades significa transformar o ambiente urbano nos aspectos ambiental, econômico e social, tornando-o sustentável. Tudo isso é um desafio tanto para o poder público quanto para a população, que pode contribuir com hábitos e ações positivas.

Segundo a ONU, “**Desenvolvimento Sustentável** é definido como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Desenvolvimento é uma palavra relacionada à qualidade de vida humana, que considera o crescimento econômico e as características sociais, culturais e políticas que influenciam essa qualidade de vida.

Para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado, precisamos pensar sempre em três fatores principais: o crescimento econômico, a inclusão social e a proteção ao meio ambiente. Esses elementos são interligados e fundamentais para o bem-estar das pessoas e da sociedade.

Atualmente, cerca de 80% do consumo de bens no mundo é feito por somente 20% da população sobretudo de países mais ricos. Então, 80% da população (mais de 5,6 bilhões de pessoas) principalmente de países mais pobres ou que estão em desenvolvimento consome os 20% restantes.



Na imagem, a comunidade de Paraisópolis e um condomínio de luxo no bairro do Morumbi, na cidade de São Paulo (SP), do qual é vizinha, evidenciando a acentuada desigualdade social no Brasil.

Vida e Evolução

Capítulo 1 • Cidades sustentáveis 11

Neste capítulo

O tema da vida nas cidades é atual, e os problemas urbanos são vivenciados pela maioria dos cidadãos brasileiros. O debate e a conscientização sobre as mudanças para tornar as cidades sustentáveis devem ser trabalhados com os estudantes, evidenciando os aspectos econômicos, sociais e ambientais envolvidos. Trata-se de um tema essencial, que chama a atenção para o papel de cada um, com soluções individuais e coletivas, que proporcionam resultados positivos para todo o planeta. Além disso, discutir os problemas e pensar as ações para transformar os ambientes urbanos com os estudantes que finalizam o Ensino Fundamental é semear num terreno fértil, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, engajados e participativos.

Esse tema compõe a meta 11 dos Objetivos da Sustentabilidade 2015-2030 da ONU – “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” –, que propõe ações para alcançar, até 2030, patamares mínimos de qualidade de vida para todas as pessoas.

Para iniciar este capítulo, sugerimos a exibição do documentário “*Home, nosso planeta, nossa casa*” (2009) [veja a ficha técnica do filme na página 17]. Apresente o fio condutor do filme, a vida no planeta Terra, chamando a atenção para a sua complexidade, a interação entre os aspectos abióticos e bióticos, e os impactos negativos da ação humana nos ambientes. Recomendamos que a exibição seja realizada ao longo de duas aulas e que, na segunda aula, sejam reservados alguns minutos para que os estudantes redijam uma resenha crítica que explicita suas impressões pessoais sobre o documentário.

- ▶ relacionados, principalmente, ao acesso desigual da população a habitação digna, saneamento básico, transporte público de qualidade e disponibilidade de áreas verdes para lazer e descanso.

Orientações didáticas

Após a sensibilização inicial, chame a atenção dos estudantes para os desafios nas cidades. Cite exemplos do local onde a escola se localiza, debatendo com a turma como é viver em uma área urbana e em uma área rural, quais são as vantagens, os desafios e as fragilidades da vida em cada região. Organize os estudantes em duplas ou trios e solicite a eles que descrevam cinco aspectos positivos e cinco negativos da região onde vivem. Enfatize que eles devem priorizar aspectos que vivenciam diariamente, como eventuais dificuldades no transporte público, ausência de espaços de convívio social, degradação de parques e praças, etc. Oriente os estudantes a registrarem seus apontamentos e, em seguida, liste-os no quadro de giz, agrupando respostas similares. Caso considere pertinente, situe os problemas e qualidades elencados pelos estudantes nos Objetivos do Item 11 dos Desafios do Desenvolvimento Sustentável da ONU 2015–2030. Entre os principais objetivos a serem alcançados até 2030, destacamos:

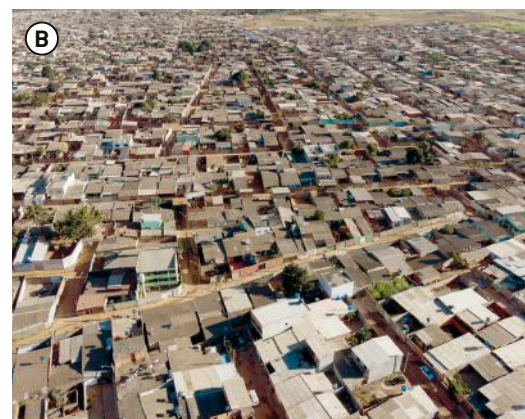
- Garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, bem como aos serviços básicos.
- Proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis por meio da expansão dos transportes públicos.
- Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.
- Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.
- Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes, utilizando materiais locais.

Erradicar:
eliminar.

As moradias consideradas de risco geralmente são comunidades, mocambos ou palafitas. Nas imagens, (A) uma área de encosta em Mairiporã (SP), 2016, e (B) a comunidade do Sol Nascente, carente de infraestrutura e saneamento básico, em Ceilândia (DF), 2018.



Jales Valquer/Fotografia



Pedro Ladeira/Folhapress

Os Estados Unidos, com 4,5% da população mundial, consomem 40% de todos os recursos disponíveis. No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicados em 29 de julho de 2017, o consumo também é muito desigual: em 2016, 1% dos trabalhadores com os maiores rendimentos recebia por mês, em média, o equivalente a 36,3 vezes mais do que a metade da população com os menores rendimentos.

A **erradicação** da pobreza nas cidades e no campo é uma ação indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Para isso, deve haver a promoção de um crescimento econômico sustentável, inclusivo e igualitário, criando melhores oportunidades para todos, reduzindo as desigualdades entre ricos e pobres e elevando os padrões básicos de vida. Promover o gerenciamento integrado e sustentável dos recursos naturais e dos ecossistemas também é uma ação fundamental para o desenvolvimento sustentável.

Ainda segundo dados do IBGE, 6% da população urbana do Brasil vive em áreas de risco, ou seja, em locais considerados impróprios para assentamentos humanos por estarem sujeitos a riscos naturais ou decorrentes da ação humana, como margens de rios sujeitas a inundação, áreas de alta declividade (encostas ou topos de morros) com risco de desmoronamento ou deslizamento de terra e áreas contaminadas por resíduos tóxicos.

As **cidades sustentáveis** são aquelas que adotam uma série de práticas eficientes voltadas à melhoria da qualidade de vida da população, ao desenvolvimento econômico e à preservação do meio ambiente. Ainda não é possível encontrar uma cidade que seja totalmente sustentável, mesmo nos países mais desenvolvidos, mas muitas já praticam ações sustentáveis em diversas áreas.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi proposto pela ONU na Conferência Rio-92 sobre Ambiente e Desenvolvimento, que elaborou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Após mais de vinte anos, em 2015, foi apresentada a Agenda Pós-2015, composta de dezessete novos objetivos para promover mudanças rumo à sustentabilidade no mundo até o ano de 2030.

Entre esses objetivos, o item 11 apresenta o que se relaciona diretamente às cidades: “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, **resilientes** e sustentáveis”.

12

Indicação de site

(acesso em: 23 out. 2018)

Para conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU na íntegra, consulte o site:

Objetivos do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/ODSPortugues12fev2016.pdf>.

Mas o que significa isso?

Significa promover mudanças, principalmente nos países mais pobres, para garantir o acesso de todos à habitação segura, inclusiva, sustentável, adequada e a preço acessível aos serviços básicos de água, esgoto e saneamento. Uma ação importante nesse sentido, por exemplo, é a urbanização das comunidades.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Reprodução/ONU

Fonte: DIVULGAÇÃO/PNUD. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-07/mercosul-reafirma-compromisso-do-bloco-com-agenda-2030-da-onu>> (acesso em: 24 jul. 2018).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável envolvem temáticas diversificadas relacionadas a economia, sociedade e ambiente, como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, entre outras.

Além disso, o descarte correto dos resíduos sólidos é requisito fundamental para a promoção de uma cidade sustentável.

				
Plástico	Papel	Metal	Vidro	Orgânico
Copos descartáveis, sacolas e sacos plásticos, embalagens plásticas, embalagens tipo PET, canos e tubos plásticos em geral.	Jornais e revistas, caixas em geral, aparas de papel, fotocópias, envelopes, cartazes velhos, embalagens tipo longa vida.	Tampinha de garrafa, latas de óleo, leite em pó e conservas e latas de refrigerante, alumínio, embalagens metálicas de congelados.	Recipientes e frascos em geral, garrafas, copos, potes de produtos alimentícios, cacos.	Restos de comida, papel higiênico, lenços de papel, guardanapos, absorventes.

petovarga/Shutterstock

Plástico, papel, metal, vidro e material orgânico são considerados resíduos sólidos.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Orientações didáticas

Esclareça que a urbanização de comunidades envolve ações de implantação de redes de água, esgoto e iluminação pública e que a carência desses serviços tem relação direta com diversos problemas de saúde pública.

Ainda na temática da urbanização de comunidades, destaque a questão do lixo, ressaltando como a grande quantidade de lixo produzido diariamente e a ausência de iniciativas para o descarte adequado dos resíduos constituem um grave problema social e ambiental. Mencione que os resíduos sólidos podem ser de vários tipos (plástico, papel, metal, vidro e orgânico) e que a separação desses resíduos para a coleta seletiva é fundamental para a sua destinação adequada.

A coleta seletiva é uma atividade que pode e deve ser realizada também nas escolas. Portanto, é interessante solicitar aos estudantes que pesquisem a ocorrência de ações nesse sentido na escola e/ou no bairro. Se necessário, proponha alguns questionamentos para conduzir essa atividade: “Quais itens compõem os resíduos produzidos na escola?”; “Qual é a quantidade de cada tipo de resíduo produzido mensalmente?”; “Qual é a destinação de cada um deles?”. Os resultados da pesquisa poderão ser divulgados para a comunidade escolar por meio de cartazes ou painéis. Para concluir o assunto, solicite aos estudantes que levantem sugestões para reduzir a quantidade de resíduos (de todos os tipos) gerados no ambiente escolar.

Ao longo deste livro, nem sempre há proporção entre as ilustrações. Chame também a atenção dos estudantes para o uso de cores fantasia. Muitas vezes a representação de um objeto ou ser vivo não corresponde à realidade. Esse é um recurso utilizado em Ciências para facilitar a visualização e a compreensão do que está sendo apresentado.

Orientações didáticas

Para falar sobre os meios de transporte nas cidades, convém relembrar a relação entre combustíveis fósseis e a emissão de gases que contribuem para a intensificação do efeito estufa. É importante reforçar que a queima desses combustíveis, utilizados em grande escala em automóveis particulares, ônibus e caminhões, libera na atmosfera grande quantidade de gases estufa, como o gás carbônico.

Nesse sentido, enfatize como a redução da emissão de gases poluentes, associada à utilização de fontes de energia limpa e a meios de transporte alternativos, como bicicletas, mostra-se fundamental para o aumento da qualidade de vida dos habitantes de áreas urbanas e para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. O foco para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas aos meios de transporte devem ser ações que privilegiam a comunidade, como a implantação de faixas e corredores exclusivos de ônibus e a melhoria e a ampliação das frotas disponíveis.

Cabe ainda destacar que a infraestrutura de transportes determina a estrutura espacial das cidades, influenciando diretamente a distribuição geográfica da população. Nas cidades sustentáveis, o planejamento urbano envolve a ação conjunta de áreas responsáveis pelos transportes e pelas habitações.

Após a leitura dos tópicos “O desenvolvimento sustentável e as cidades” (página 11) e “Os meios de transporte nas cidades”, deve ser solicitado aos estudantes que respondam, no caderno, às atividades 1, 2 e 3 do *Pense e resolva* (página 20).



UM POUCO MAIS

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A correta destinação dos resíduos sólidos é condição primordial para uma *cidade sustentável*. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em agosto de 2010, trouxe importantes instrumentos para que municípios de todo o Brasil iniciassem o enfrentamento aos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. PNRS tem como pilar o princípio da responsabilidade compartilhada. Isso significa que indústrias, distribuidores e varejistas, prefeituras e consumidores são todos responsáveis pelos resíduos sólidos e cada um terá de contribuir para que eles tenham uma disposição final adequada.

Buscar um melhor ordenamento do ambiente urbano primando pela qualidade de vida da população é trabalhar por uma cidade sustentável. Melhorar a mobilidade urbana, a poluição sonora e atmosférica, o descarte de resíduos sólidos, eficiência energética, economia de água, entre outros aspectos, contribuem para tornar uma *cidade sustentável*.

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cidades sustentáveis. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis> (acesso em: 29 jul. 2018).

Os meios de transporte nas cidades

Em relação aos meios de transporte, os ODS visam a diminuição do tráfego de carros, priorizando e melhorando o transporte público. A utilização de fontes de energia limpa, como biocombustíveis ou eletricidade, é também uma providência importante para a construção de uma cidade sustentável.

Essas ações buscam melhorar a qualidade do ar, diminuindo as emissões de gases do efeito estufa e contribuindo para o combate ao aquecimento global. A redução da emissão de gases poluentes na atmosfera pode também amenizar a incidência de doenças respiratórias, que são importantes fatores de mortalidade da população. Além disso, são incentivadas as ações de planejamento para o uso de meios de transporte não poluentes como as bicicletas.



Daniel Cymbalista/Pulsar Imagens



Ricardo Azeiteiro/Pulsar Imagens

(A) Corredores para circulação exclusiva de transportes coletivos, em São Paulo (SP), 2017, e (B) infraestrutura cicloviária, ou ciclovias, em Camboriú (SC), 2018, são duas formas de melhorar a mobilidade urbana nas cidades.

Poluentes

Três grandes metrópoles da América Latina – Cidade do México (México), São Paulo (Brasil) e Santiago (Chile) – estão entre as mais poluídas do mundo. No Brasil, os veículos automotores contribuem com 70% da poluição atmosférica.

A poluição do ar é hoje um dos maiores riscos para a saúde da população, causando alergias, irritação nos olhos, coceira na garganta, tosse, além de problemas mais graves, como doenças respiratórias e até cardiovasculares.

Segundo a ONU, cerca de 7 milhões de pessoas morrem prematuramente todos os anos por causa da baixa qualidade do ar. Os **poluentes de curta duração** são responsáveis por cerca de um terço das mortes por derrame, doenças respiratórias crônicas e câncer de pulmão e por um quarto das mortes por ataque cardíaco. Esses poluentes contribuem para o aquecimento global, reduzindo a produtividade no trabalho e aumentando a insegurança alimentar em todo o mundo.

Os principais poluentes desse grupo são carbono negro, metano, ozônio troposférico e os hidrofluorcarbonetos (HFC). Já os principais **poluentes persistentes** são pesticidas (por exemplo o DDT) e compostos sintéticos.



A ONU vem desenvolvendo campanhas de esclarecimento e alerta sobre as consequências da poluição do ar na saúde. Na imagem, campanha veiculada nas redes sociais em 2018.

Poluente de curta duração: possui tempo relativamente curto na atmosfera, ou seja, demora dias ou décadas para se dissipar no ar.

Poluente persistente: se mantém por séculos no ambiente e nos organismos.

Exemplos de práticas sustentáveis

As cidades sustentáveis buscam estabelecer algumas orientações, como incentivo à participação social, com diálogo transparente entre governo e sociedade; planejamento eficiente da gestão urbana; aprimoramento dos serviços urbanos; gestão dos recursos hídricos e de ações para projetos ambientais; conciliação do desenvolvimento econômico com a gestão ambiental; fortalecimento de parques e áreas verdes.

Todas essas práticas são voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população. As cidades de Curitiba e Londrina (PR) e Extrema (MG) destacam-se por terem iniciativas sustentáveis.



A cidade de Extrema (MG) é referência em conservação das águas, recuperação de matas ciliares e pagamento por serviços ambientais. Fotografia de 2016.

João Prudente/Pulsar Imagens

Vida e Evolução

Orientações didáticas

Após a leitura do boxe *Em pratos limpos*, sugerimos um debate sobre a qualidade do ar na cidade onde a escola está localizada. Para incentivar as colocações dos estudantes, proponha alguns questionamentos: “Existem medições de qualidade do ar?”; “A emissão de poluentes atinge altos níveis e compromete a saúde da população, ou é um problema secundário?”; “Como podemos contribuir para reduzir a emissão de poluentes?”. Se possível, apresente alguns dados de outras cidades do Brasil, obtidas nas páginas de Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, que podem exemplificar melhor o tema.

Para mencionar exemplos de práticas sustentáveis, recomendamos que você liste algumas práticas observadas nas cidades citadas. Como exemplo, destaque a criação de áreas exclusivas para pedestres e de um sistema de transporte coletivo eficiente (o BRT, do inglês *Bus Rapid Transit*) em Curitiba. Em Extrema, no sul de Minas Gerais, foi criado um programa que identifica os usos da água por diferentes setores da sociedade (indústrias, agricultura, etc.) e que facilita a gestão dos recursos hídricos.

Solicite aos estudantes que respondam, no caderno, às atividades 5, 6 e 8 do *Pense e resolva* (páginas 20 e 22).

Indicação de site

(acesso em: 5 nov. 2018)

Para saber mais sobre os meios de transporte alternativo presentes no Brasil, acesse:

Transportes alternativos do Brasil. Disponível em: <www.terra.com.br/noticias/infograficos/transportes-alternativos-do-brasil/>.

Orientações didáticas

Para abordar o conteúdo desta página, sugerimos um debate sobre a Política dos 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar – que está intimamente relacionada à diminuição ou não geração de resíduos, à contenção do desperdício e à conservação de recursos naturais. De acordo com os 3Rs, reduzir é, basicamente, diminuir o consumo de produtos e, ao consumi-los, preferir aqueles com menor potencial de geração de resíduos e maior durabilidade. Reutilizar é usar novamente as embalagens para outros fins, como utilizar os potes plásticos de sorvetes para guardar alimentos ou outros materiais. Reciclar envolve a transformação dos materiais para a produção de matéria-prima para outros produtos por meio de processos industriais ou artesanais. Podemos, por exemplo, produzir papel ao reciclar papéis usados. Papelão, latas, vidros e plásticos também podem ser reciclados. Antes de encaminhar o material consumido para reciclagem, é importante fazer a separação no local de origem – a casa, o escritório, a fábrica, o hospital, a escola, etc. A separação também é necessária para o descarte adequado de resíduos perigosos.

Caso considere pertinente, amplie a discussão, comentando que há diferentes propostas de inclusão de mais “Rs”, como a do Instituto Akatu, que é “Repensar – refletir sobre os seus atos de consumo e os impactos que eles provocam sobre você mesmo, a economia, as relações sociais e a natureza”.

Há ainda a política dos 5Rs – Reduzir, Repensar, Reaproveitar, Reciclar, Recusar –, que pode ser vista na página do Ministério do Meio Ambiente, disponível em: <www.mma.gov.br/informma/item/9410> (acesso em: 22 nov. 2018).

Organize a classe em grupos de três a quatro estudantes e peça que resolvam, no caderno, a atividade 7 do *Pense e resolva* (página 21) e os *Desafios* (páginas 22 e 23).

O consumo consciente

A produção de lixo nos centros urbanos é um dos grandes problemas socioambientais e tem relação direta com o consumo crescente, principalmente, de produtos supérfluos.

Para viver, utilizamos recursos naturais, como água, minérios, energia, seres vivos animais e vegetais, entre outros. Mas a forma como fazemos isso pode gerar impactos negativos no meio ambiente e na qualidade de vida. Para diminuir esses efeitos no ambiente, precisamos praticar o consumo consciente, que consiste em tomar melhores decisões: por que comprar, o que comprar, de quem comprar, a maneira de usar e como descartar o que não serve mais – ou seja, pensar nos aspectos sociais e ecológicos do consumo.

As seis perguntas do consumo consciente nos advertem para a prática do consumo equilibrado, com atenção aos limites do ambiente e considerando também o respeito às gerações futuras.



Fonte da imagem: AKATU. Disponível em: <[Akatu/ https://www.akatu.org.br](https://www.akatu.org.br)> (acesso em: 2 out. 2018).

O consumo consciente é praticado, por exemplo, quando substituímos produtos com embalagem ou materiais não recicláveis, como plásticos acrílicos ou PETs coloridas, por outros mais duráveis, como embalagens retornáveis; ou quando preferimos comprar produtos, como alimentos e roupas, produzidos em nossa região a produtos importados.

Também é preciso avaliar a verdadeira necessidade de comprar itens novos, exercitar a prática do reúso e buscar a transformação de produtos.

João Prudente/Opção Brasil Imagens



Objetos geralmente descartados podem ser aproveitados de maneira criativa, reduzindo a produção de lixo e o consumo de energia. Em (A), latões de alumínio foram transformados em bancos na cidade de Piracicaba (SP), 2018. Em (B), pneus velhos foram usados como suportes para pias em Beberibe (CE), 2017.

Luis Salvatore/Pulsar Imagens



16

Indicação de site

(acesso em: 23 out. 2018)

Para conhecer dicas do Instituto Akatu sobre compras conscientes, consulte o site:

Compra consciente. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/dicas/compra-consciente/>>.

Nas áreas rurais localizadas no entorno das cidades é produzida grande parte dos materiais que consumimos. Nas cidades sustentáveis, as relações econômicas, sociais e ambientais com as regiões do entorno devem ser justas e positivas, para que as pessoas e o ambiente sejam beneficiados. Para isso, deve haver planejamento das atividades econômicas, como melhoria das práticas agrícolas para o local, melhor planejamento da ocupação humana, com moradias construídas em áreas seguras, e maior atenção à preservação ambiental, como a conservação dos mananciais em áreas de preservação permanentes e a proteção da cobertura vegetal nativa.

Quando você for ao supermercado comprar hortaliças, legumes e frutas, ou quando for comer sua merenda escolar, lembre-se de que esses produtos são, geralmente, produzidos nas áreas rurais no entorno de sua cidade.

A agricultura familiar abastece as cidades e corresponde a 70% do alimento que consumimos. Ela deve ser sempre praticada visando o respeito ao ambiente e o comércio justo. Campo Grande (MS), 2018.



Caesar Diniz/Pulsar Imagens

A oferta de produtos nos supermercados é grande e, muitas vezes, compramos por impulso, sem realmente precisarmos de determinado produto. Isso já aconteceu com você?

Para evitar o consumo exagerado, seguem algumas dicas que ajudarão na hora da compra:

- Faça sempre uma lista dos itens de que realmente necessita.
- Procure comprar somente o que está anotado na lista.
- Não vá ao supermercado com fome ou cansado, pois vai comprar vários itens desnecessários.
- Reflita sobre a real necessidade que você tem ao optar por comprar determinado produto.



Os supermercados oferecem diversos produtos que nos atraem e, muitas vezes, compramos sem necessidade. É preciso estar atento para praticar o consumo consciente e, sempre que possível, optar por produtos naturais ou minimamente processados.

Assista também!

Home, nosso planeta, nossa casa.

Documentário.

Criação: Luc Besson e Denis Carot.

Direção: Yann Arthus-Bertrand. França, 2009 [93 min 18 s].

Filme inteiramente composto de imagens aéreas de vários lugares da Terra, que mostra a diversidade da vida no planeta e como a humanidade vem ameaçando o equilíbrio ecológico.

Vida e Evolução

Orientações didáticas

Caso considere pertinente, compartilhe com os estudantes as informações do texto a seguir, sobre consumo consciente, que inclui a preferência por frutas, verduras e legumes que estão na sua safra natural, pois estão mais saborosos, nutritivos e são produzidos com menor impacto ambiental.

Texto complementar

Consuma as frutas da estação e ajude a economizar água

Por conta do uso de técnicas de produção agrícola, que envolve estufas, sementes modificadas e maior uso de pesticidas e fertilizantes, testemunhamos que uma grande variedade de frutas, legumes e hortaliças pode ser encontrada nas feiras e nos supermercados durante o ano todo.

Contudo, cada alimento possui um ciclo natural de crescimento e de amadurecimento, já que cada planta depende de específicas e diferentes condições climáticas para se desenvolver e florescerem. O ideal é consumir esses produtos em sua safra natural, quando estão mais nutritivos, saborosos, abundantes e, consequentemente, mais baratos.

Optar pelo consumo das “frutas da estação” contribui para a redução do impacto ambiental, uma vez que essa prática impulsiona a economia local, diminuindo as distâncias entre produtor e consumidor e o desperdício de produtos durante o seu transporte (já que, por exemplo, é possível consumir alimentos de época da sua região sem precisar esperar que venham transportados de outros Estados, correndo o risco de, dentre outras coisas, estragar durante o percurso).

[...]

FRUTAS da estação: conheça os alimentos de outubro e prepare uma deliciosa receita com abacaxi. Instituto Akatu. 4 out. 2018. Disponível em: <www.akatu.org.br/noticia/frutas-da-estacao-conheca-os-alimentos-de-outubro-e-prepare-uma-deliciosa-receita-com-abacaxi/> (acesso em: 23 out. 2018).

Orientações didáticas

Apesar dos benefícios das áreas verdes mencionados nesta página, ressalte que nem todas as espécies de árvores são adequadas ao plantio em calçadas, parques, etc. Algumas delas, embora comuns nas cidades, possuem características biológicas e morfológicas que são incompatíveis com as construções e o calçamento, como a presença de raízes muito superficiais e agressivas, a constituição por um tipo de madeira mais frágil e sujeito a quedas, etc.

Uma forma de incentivar a reflexão sobre o tema é propor aos estudantes que registrem, por meio de fotografias, árvores no entorno das suas residências, verificando se elas estão provocando algum tipo de impacto na calçada, na fiação elétrica, nos telhados das casas, etc. Caso encontrem, é importante comunicar esses casos às autoridades responsáveis, para a retirada ou poda das árvores. As imagens podem ser utilizadas para a organização de uma exposição na escola.

Após esta conversa, a atividade 4 do *Pense e resolva* (página 20) deve ser solicitada como tarefa. Solicite também que os estudantes se reúnam em grupos e realizem a atividade *Síntese* (página 22), anotando as respostas no caderno.

Indicação de leitura

Se achar interessante, trabalhe com os estudantes a leitura do texto a seguir:

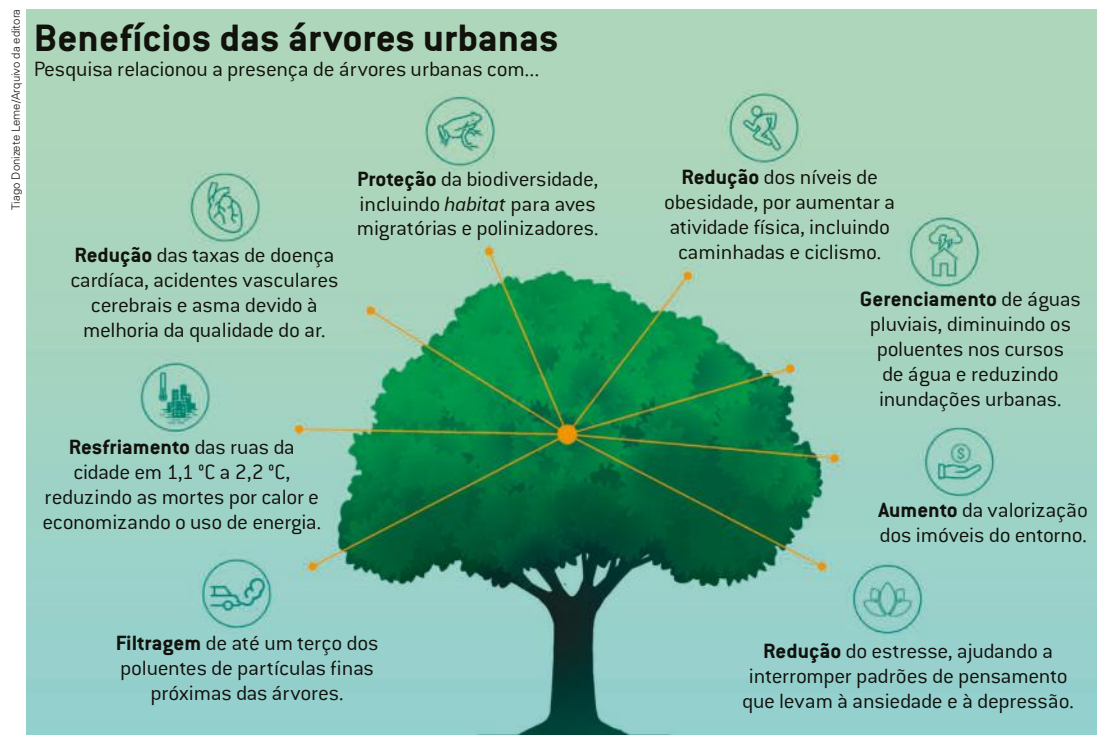
Um futuro onde pessoas e natureza prosperam é possível? Disponível em: <<https://www.tnc.org.br/quem-somos/noticias/um-futuro-sustentavel-para-as-pessoas-e-a-natureza-e-possivel.xml>> {acesso em: 23 out. 2018}.

Os benefícios das áreas verdes

As árvores e os arbustos nas ruas, nos parques e nas praças de uma cidade são muito importantes. Vejamos o porquê:

- Tornam o ambiente urbano mais fresco, diminuindo as **ilhas de calor** e, consequentemente, o consumo de energia para refrigeração artificial.
- Purificam o ar, que, geralmente nas grandes cidades, apresenta muita fumaça e poluentes.
- Fornecem alimentos para a fauna urbana.
- Trazem beleza à paisagem da cidade e contribuem para melhorar a disposição, a saúde e o bem-estar da população.
- Regulam o fluxo de água das chuvas.
- Diminuem o aquecimento global.
- Contribuem para aumentar a biodiversidade.
- Valorizam o próprio espaço urbano.

Um estudo de 2016 da organização não governamental internacional The Nature Conservancy revelou que as árvores urbanas são uma importante estratégia para a melhoria da saúde pública nas cidades e, por isso, devem ser plantadas ao longo das vias públicas, como forma de trazer a natureza para o meio urbano.



Com base em THE NATURE Conservancy. Benefits of Urban Trees. Disponível em: <<https://global.nature.org/content/funding-trees-for-health>> (acesso em: 10 nov. 2018). Traduzido pelos autores.

A criação e a garantia do acesso aos espaços verdes na cidade, como parques e praças, e ações para a manutenção dos bens naturais comuns para o lazer e a saúde da população também fazem parte do item 11 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

No mundo, a cidade considerada a mais verde é Edmonton, no Canadá, com 100 m² de área verde por habitante. No Brasil, entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes, Goiânia (GO) é a campeã da presença do verde, com 89,5% de arborização nas ruas, enquanto Belém (PA) é a menos arborizada, com quatro vezes menos, ou seja, 22,4% de árvores nas vias públicas, segundo dados do IBGE de 2010.

Esse estudo mostrou ainda que o estado do Paraná apresenta o maior índice de arborização das suas cidades: são 146 municípios com mais de 95% de ruas arborizadas. A média nacional foi de 67,4%.



Vista aérea da cidade de Goiânia (GO), em 2018, que tem a maior área verde do Brasil. Em primeiro plano está a Reserva Ambiental do Parque Areião, uma reserva florestal urbana.

Mayra Rodrigues/Flyba

Hortas urbanas

Transformar terrenos vazios, jardins escolares ou pequenas áreas públicas e comuns, como praças e locais de prédios, em hortas comunitárias é uma iniciativa mundial que tem crescido muito nas cidades brasileiras em anos recentes.

Nessas hortas são plantados hortaliças, legumes, condimentos e ervas medicinais, que são consumidos pelos que trabalham na terra, por moradores locais, ou vendidas à comunidade do entorno. Além de propiciar benefícios à saúde pelo contato com a terra, a produção de alimentos nesses locais dispensa o uso de agrotóxicos.

Segundo estudo de 2011, do Instituto Worldwatch (WWI), as hortas urbanas são responsáveis por 15% a 20% de todo o alimento produzido no mundo.

Atualmente, há um mapa colaborativo com as hortas urbanas em todo o mundo. No Brasil, estavam cadastradas, em junho de 2018, 491 hortas comunitárias urbanas. As hortas vão desde áreas cultivadas em pequenas cidades até espaços produtivos dentro de grandes metrópoles.



Fonte dos dados: FALLINGFRUIT – mapeamento da colheita urbana. Disponível em: <<http://fallingfruit.org/?c=forager%2Cfreeman&locale=pt-br>> (acesso em: 12 jul. 2018).

Mapa das hortas urbanas do Brasil, cadastradas na ONG internacional Fallingfruit. A região Sudeste comanda esse ranking, e o estado de Minas Gerais lidera o número das hortas urbanas.

Banco de imagens/Arquivo da editora

Orientações didáticas

Para incrementar a proposta de soluções pontuais e coletivas para melhorar a vida nas cidades, sugerimos uma atividade de construção de uma horta vertical a ser desenvolvida na escola. Essa atividade é bastante simples e pode promover um despertar dos estudantes para a prática de cultivo de plantas alimentícias, medicinais, aromáticas tradicionais, ou mesmo plantas alimentícias não convencionais (PANC), ou ainda plantas decorativas.

Como preparação para a atividade prática, solicite que cada estudante leve para a escola uma ou duas garrafas plásticas (PET) de 2 litros, com tampa, vazias e limpas, para a montagem de uma horta vertical. Outros materiais necessários para a prática serão os seguintes: tesoura de pontas arredondadas, corda de varal ou barbante grosso, parafusos para fixar as fileiras de canteiros, terra vegetal ou terra adubada, sementes ou mudas de ervas aromáticas, medicinais ou verduras. Para o escoamento adequado da água, é necessário fazer pequenos furos na garrafa, sob a orientação de um adulto.

É recomendável o uso de luvas pelos estudantes, para que eles não tenham contato direto com a terra, evitando, assim, o risco de contaminações.

Veja mais detalhes na atividade complementar abaixo.



No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Ações para um planeta sustentável”**, que poderá ser aplicada após o estudo desse tema.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



- As cidades e os princípios do desenvolvimento sustentável.
- Os meios de transporte nas cidades sustentáveis.
- Exemplos de práticas sustentáveis.
- Consumo sustentável.
- A importância das áreas verdes nas cidades.
- Hortas urbanas.

Vida e Evolução

Atividade complementar

Horta vertical

Cada garrafa PET, devidamente cortada, funciona como um canteiro. Utilizando a corda de varal ou barbante, os estudantes devem interligar 3 ou 4 garrafas, mantendo uma distância de 20 a 30 cm entre elas. A altura máxima do primeiro canteiro deverá de ser 1,20 m, para que os estudantes possam plantar e fazer a manutenção periódica. As cordas que interligam os canteiros deverão ser presas a parafusos fixados na parede, a cerca de 1,50 metro

de altura. Com as garrafas devidamente presas e alinhadas, os estudantes devem colocar a terra, preenchendo completamente o canteiro, e inserir cuidadosamente as sementes, cobrindo-as com uma pequena camada de terra. A rega dos canteiros deve ser diária; para isso, os estudantes poderão montar um esquema de revezamento. Após a montagem, os estudantes deverão fazer observações e anotações do tempo de germinação das diferentes sementes, das formas das diferentes plantas, tempo de crescimento, início de floração, frutificação e período de colheita. A presença de fauna associada também pode ser monitorada e registrada.

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

1. a) Separação do lixo reciclável (papel de escritório, plásticos, embalagens), uso da iluminação natural durante o dia no pátio, campanha para economia de água, entre outras ações.
- b) Algumas sugestões:
 - Uso do lixo orgânico da merenda para compostagem.
 - Uso do composto para adubar uma horta feita pelos estudantes.
 - Adoção de canecas de longa duração para cada estudante.
 - Não deixar aparelhos eletrônicos ligados na tomada.
2. Respostas possíveis:
 - a) A construção de ciclovias e a melhoria do transporte público nas cidades ajudam na diminuição da emissão de poluentes.
 - b) O uso de embalagens retornáveis e a reciclagem de materiais são importantes ações para a diminuição de lixo nas cidades.
 - c) As praças e árvores urbanas são importantes para a manutenção da fauna silvestre.
 - d) Algumas comunidades cultivam hortas comunitárias nas quais são produzidos vegetais e frutas sem a utilização de agrotóxicos, uma medida importante para a manutenção da saúde.
3. Áreas de risco são locais considerados impróprios para assentamentos humanos por serem sujeitos a riscos naturais (inundações, por exemplo) ou decorrentes da ação humana. Segundo dados do IBGE, 6% da população urbana do Brasil vive nessas áreas.
4. a) As árvores melhoram o ar, reduzem as ilhas de calor, ajudam a economizar energia, embelezam o ambiente. Hortas promovem o contato com a

ATIVIDADES



Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

- 1 No ambiente escolar, é possível praticar muitas ações relacionadas à sustentabilidade e ao uso consciente de recursos naturais e bens de consumo.
 - a) Liste iniciativas que você observa na sua escola relacionadas ao consumo de água e de energia elétrica e à destinação do lixo que visem promover a sustentabilidade.
Resposta pessoal. Veja comentários nas Orientações Didáticas.
 - b) Faça uma relação de outras práticas que, na sua opinião, podem ser adotadas na sua escola para promover a sustentabilidade. *Resposta pessoal. Veja comentários nas Orientações Didáticas.*
- 2 Escreva frases relacionando as palavras abaixo:
 - a) Cidades, transporte público, poluentes, ciclovias.
 - b) Embalagens retornáveis, reciclagem, lixo.
 - c) Praças, árvores urbanas, fauna silvestre.
 - d) Hortas comunitárias, agrotóxicos, saúde, comunidade.
- 3 O que são áreas de risco e qual porcentagem da população brasileira vive nessas áreas?
- 4 Observe a imagem.

Trata-se de um conjunto habitacional entregue aos moradores sem arborização das ruas. Os jardins e quintais de cada uma das casas também não possuem vegetação.

 - a) Quais argumentos você utilizaria para convencer os administradores a plantar árvores e os moradores a cultivar áreas verdes, como hortas e jardins, em suas casas?
 - b) Quais orientações você daria para o plantio de árvores nas calçadas?
- 5 O quadro abaixo mostra dois tipos de cidade que diferem em relação aos meios de transporte e à presença de áreas verdes.



Chico Ferreira/Pulsar Imagens

	Cidade 1	Cidade 2
Transporte urbano	Transporte público é o principal	Transporte particular individual é o principal
Ciclovias e ciclofaixas	Muitos quilômetros no centro e nos bairros	Nos parques e no centro
Arborização urbana	Em ruas e praças e nas hortas urbanas	Em praças. Hortas somente em quintais na periferia
Saneamento básico	100% de água e esgotos tratados	30% de água e esgotos tratados

Qual das duas cidades se aproxima mais de uma cidade sustentável? Apresente três razões para isso.

terra, mais saúde, possibilitam a produção de alimentos sem venenos nem agrotóxicos.

- b) As árvores escolhidas devem ser de espécies nativas da região, que sejam atrativas de fauna silvestre e com raízes mais profundas para não danificar as calçadas.

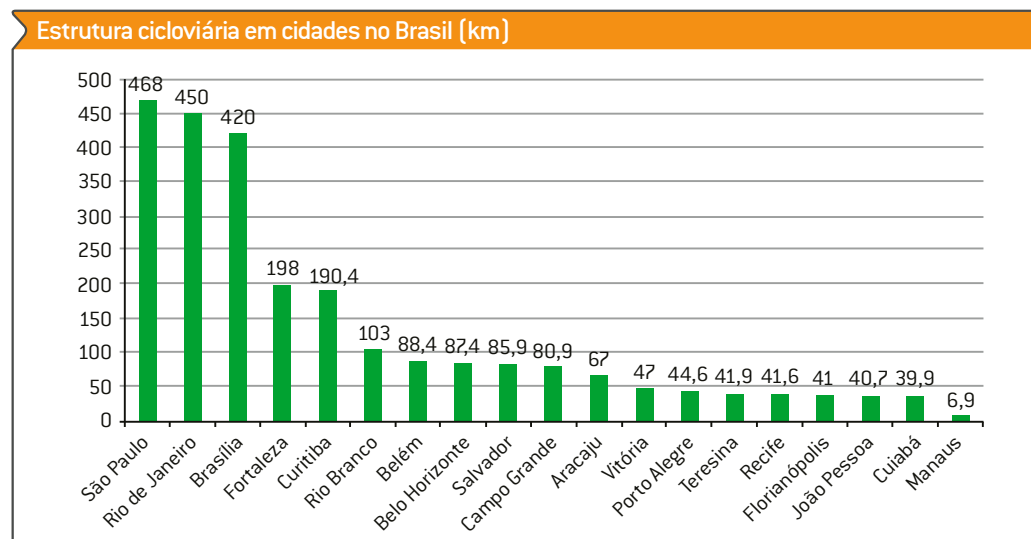
5. A cidade 1 é uma cidade mais sustentável, pois:

- prioriza o transporte coletivo, que é menos poluente, e possibilita o uso de bicicletas como alternativa ao transporte

público, estabelecendo locais específicos e seguros para o trânsito das bicicletas;

- promove a presença de vegetação, como árvores e hortas, em áreas públicas por toda a cidade, possibilitando a purificação do ar, promovendo mais qualidade do ar e reduzindo, assim, doenças cardiorrespiratórias relacionadas à poluição;
- garante tratamento de esgotos para toda a população, melhorando a saúde em geral e diminuindo doenças infectocontagiosas de veiculação hídrica.

6 O gráfico abaixo mostra a extensão de ciclovias em algumas capitais brasileiras.



Fonte dos dados: MOBILIDADE Urbana Sustentável – Mobilize. Estrutura cicloviária em cidades do Brasil (km). Disponível em: <www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-cicloviaria-em-cidades-do-brasil-km.html> (acesso em: 29 jul. 2018).

Um estudo de 2018, feito na cidade de São Paulo, mostrou que a presença de estrutura cicloviária (ciclovias) até 500 metros do domicílio é um forte estímulo para utilizar a bicicleta diariamente para o trabalho e o lazer.

- Quais são as capitais e as regiões com a maior e a menor extensões cicloviárias no Brasil?
Capitais: maior é São Paulo e menor, Manaus. Regiões: maior é Sudeste e menor é Norte.
- Em que aspectos uma cidade que possui mais ciclofaixas e mais ciclistas pode ser mais sustentável? Saúde, mobilidade urbana, melhor qualidade do ar.
- Pesquise como é a estrutura cicloviária de sua cidade e de seu bairro para a utilização de bicicletas como meio de transporte cotidiano, e não somente em momentos de lazer. Existe algum projeto da prefeitura em andamento? Se sim, qual? Resposta pessoal.

7 Para cada um dos seis aspectos do consumo consciente, escreva uma ação que você e sua família realizam ou podem realizar, visando a sustentabilidade.

Resposta pessoal. Veja comentário nas Orientações Didáticas.

8 Leia o texto a seguir.

Em maio de 2018, a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou o relatório de estatísticas mundiais de saúde mostrando que, anualmente, 7 milhões de pessoas no mundo ainda morrem por causa da poluição do ar. O problema afeta muito mais as pessoas mais pobres, que são as que têm menos recursos para se tratar de doenças. No período entre 2010 e 2016, mais de 57% das cidades das Américas e mais de 61% das cidades da Europa sofreram queda nos níveis de emissão de poluentes, enquanto na Ásia mais de 70% das cidades sofreram com a perda da qualidade do ar.

Além da poluição por emissão de gases de veículos e indústrias, para uma parte significativa da população de países pobres, a poluição vem ainda da fumaça de fogões poluidores e combustíveis em residências. Nos países de rendas baixa e média, principalmente na Ásia e na África, ocorrem mais de 90% das mortes relacionadas à poluição do ar, seguidos pelos países de rendas baixa e média da região do Mediterrâneo oriental, da Europa e das Américas.

De que forma é possível reduzir a mortalidade por doenças relacionadas à poluição urbana?

Resposta nas Orientações Didáticas.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

6. Veja a reprodução do livro do estudante.

7. Sugestões de respostas:

- Por que comprar?
Há real necessidade da aquisição do objeto ou bem? Posso viver sem isso, ou ele é necessário? Planeje suas compras.
- O que comprar?
Devo saber o que necessito comprar, pois se estiver com dúvidas a escolha pode não ser acertada ou poderei comprar mais do que necessito.
- Como comprar?
Comprar à vista, sem fazer dívidas em cartões de créditos ou cheques.
- De quem comprar?
Produtos nacionais, que sejam produzidos próximo de minha cidade, por artesãos ou pequenos produtores, fortalecendo o comércio e a produção regional, e de empresas com responsabilidade social.
- Como usar?
De forma que sua vida útil seja a máxima possível, para que não seja necessária a substituição em pouco tempo.
- Como descartar?
Devo conhecer as formas de descarte do produto para que, quando terminar a sua vida útil, ele seja reciclado ou tenha destinação correta e não fique em locais inadequados nem possa poluir o ambiente.

8. Melhorando o transporte coletivo para toda a população, para desestimular, por um lado, o uso de veículos particulares; e estimular, por outro, meios de transportes mais sustentáveis, como a bicicleta.

Melhorando as habitações para os mais pobres e viabilizando o uso de fogões a gás ou elétricos.

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

9. Doenças cardiovasculares, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia. Os poluentes mais importantes são carbono negro, metano, ozônio troposférico e os hidrofluorcarbonetos (HFC).

10. Aspectos ambientais: a poluição tem impacto em ambientes naturais, prejudica a qualidade de outros recursos, como a água e o solo, além de gerar impactos negativos sobre a biodiversidade.

Aspectos sociais: a poluição incide mais fortemente sobre as populações mais pobres, que são carentes de outros recursos, como moradia, saúde, alimentação.

Aspectos econômicos: as doenças causadas por poluentes geram custos econômicos de redução de mão de obra (trabalhadores) e sobrecarregam o sistema público de tratamento de saúde.

Síntese

Veja, a seguir, sugestões de ações que podem ser citadas:

- 1.** Transportes: investir na substituição da frota de ônibus para veículos movidos a biodiesel (menos poluentes) e com catalisadores; implantar ciclofaixas e ciclovias nas ruas e fazer campanhas para o uso de bicicletas e estímulo para caminhadas.
- 2.** Saneamento: investir na implantação de rede de coleta e tratamento de esgotos, de água tratada e encanada para a cidade, e promover a recuperação dos córregos, com o plantio de mata ciliar e a redução das áreas de risco.
- 3.** Áreas verdes: fazer mutirões para plantios e manutenção de espécies nativas da região em praças e calçadas públicas, jardins e quintais particulares.

Respostas nas Orientações Didáticas.

- 9** Quais são as doenças provocadas pela poluição e quais são os poluentes mais importantes?
- 10** Quais são os aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados ao problema da poluição do ar, principalmente em países pobres?

SÍNTESE

Após as eleições municipais, o novo prefeito tomou posse numa cidade hipotética chamada Ribeirão Belo da Serra, localizada em região do bioma Mata Atlântica, com uma população de 80 mil habitantes. Como meta de governo, esse novo prefeito decidiu realizar ações para transformar Ribeirão Belo da Serra em uma cidade sustentável, em consonância com os dezesseis Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Alguns desafios para alcançar esses objetivos estão em vários aspectos da cidade, como apresentado a seguir:

- 1.** Transportes – a cidade tem transporte coletivo muito ruim, com poucos ônibus e veículos antigos, sem catalisadores, e que por isso emitem muitos gases poluentes. O tráfego de veículos de passeio é intenso e não há faixas exclusivas para ciclistas. O relevo da cidade é relativamente plano, o que favorece o uso de bicicletas.
- 2.** Saneamento – grande parte dos esgotos não é tratada, e nos bairros mais carentes não há coleta de resíduos sólidos nem água encanada. Os vários riachos que existem na cidade estão assoreados e sem floresta ciliar.
- 3.** Áreas verdes – existem praças públicas, mas estão abandonadas, e a maioria das calçadas é impermeabilizada e não tem árvores plantadas.
- 4.** Resíduos sólidos – a produção de resíduos sólidos pela população é alta, assim como o desperdício de alimentos, em residências e restaurantes. Todo o resíduo é descartado sem nenhuma reciclagem, reúso ou reaproveitamento.
- 5.** Produção de alimentos – a cidade fica distante de centros de abastecimento, o

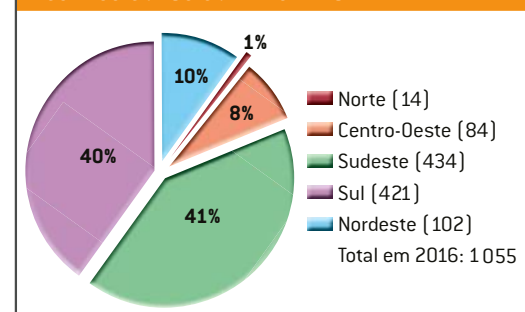
que encarece os alimentos e diminui sua qualidade para a população. Entretanto, as áreas do entorno da cidade têm aptidão para a produção agrícola de alimentos, em pequenas propriedades familiares, sem uso de defensivos agrícolas.

Formem grupos de três a cinco colegas e detalhem, analisando as características de Ribeirão Belo da Serra, e anotando no caderno, quais ações o prefeito e seus assessores deverão implantar para mudar a realidade da cidade, tendo como base o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. Após descrever as ações, façam um desenho dessa futura Ribeirão Belo da Serra sustentável, considerando cada um dos aspectos apresentados.

DESAFIOS

A reciclagem de materiais é um dos aspectos importantes relacionados aos resíduos sólidos nas cidades sustentáveis. As ações e os programas de coleta seletiva e de reciclagem devem ser contínuos, reunindo cooperativas de catadores, empresas e o poder público para atingir bons resultados. No Brasil, em 2016, um total de 1 055 municípios (cerca de 18%) desenvolviam programas de coleta seletiva, atingindo 31 milhões de brasileiros, ou 15% da população – uma porcentagem considerada ainda pequena. A coleta seletiva é marcadamente desigual pelas regiões do Brasil, conforme mostra o gráfico abaixo, com dados de 2016.

**Regionalização dos municípios
com coleta seletiva no Brasil**



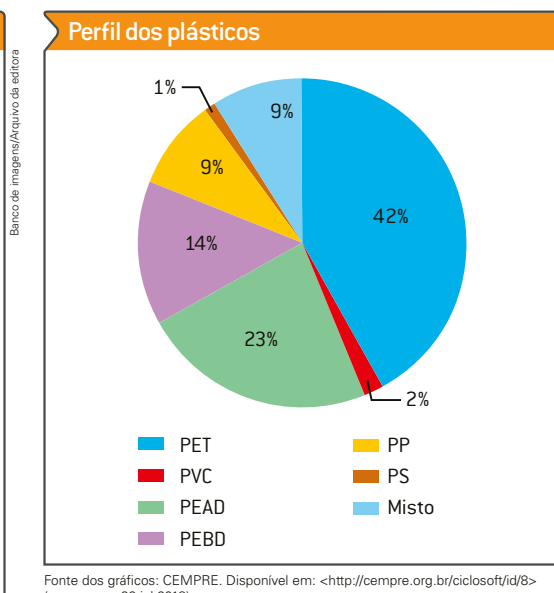
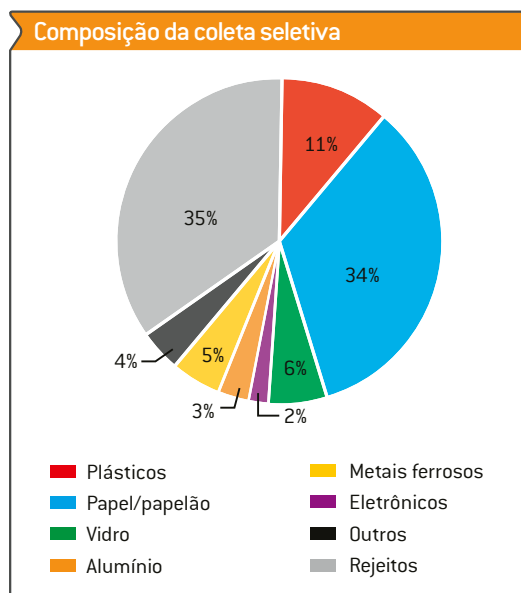
Fonte: CEMPRE. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>> (acesso em: 29 jul. 2018).

Banco de imagens/Arquivo da editora

Os números do lixo reciclado também ainda são muito baixos. Segundo dados da Fundação Mundial para a Natureza (WWF), apenas 3% de todo o lixo produzido no Brasil é reciclado, valor que poderia chegar a 30% se houvesse maior esforço e compromisso das instituições e da sociedade. Nas principais capitais, os números da reciclagem também são baixos: São Paulo recicla 3%, Rio de Janeiro, 1,9%, e Belo Horizonte, 1,8% de seus resíduos sólidos.

Com os avanços tecnológicos atuais, o resíduo urbano vem sofrendo alterações do ponto de vista qualitativo e quantitativo, e parte importante passa a ser de produtos elétricos e eletrônicos, como lâmpadas, eletrodomésticos, telefones celulares, entre outros. Esses produtos contêm materiais de alto valor monetário, como metais semicondutores, ou são um grande perigo para o meio ambiente, por apresentarem metais pesados de baterias. Por isso, demandam coleta e reciclagem adequadas.

Os gráficos a seguir mostram as composições da coleta seletiva em cidades brasileiras.



Fonte dos gráficos: CEMPRE. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>> (acesso em: 29 jul 2018).

- 1 Em termos de proporção por número de estados, qual é a região que possui mais serviços de coleta seletiva municipal? *Região Sul (421 municípios para 3 estados).*
- 2 Quais são os materiais mais reciclados no Brasil?
Papel, papelão, plásticos, vidro, metais ferrosos, alumínio.
- 3 Quais são os diferentes produtos que geram os plásticos reciclados PET, PEAD, PP, PEBD e PVC? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 4 Reunidos em grupos de três a quatro estudantes, preparem uma campanha informativa, para a escola e/ou bairro, sobre a importância da reciclagem dos materiais eletroeletrônicos listados. Produzam frases ou pequenos textos que ajudem nesta campanha.
 - Lâmpadas.
 - Telefones celulares.
 - Computadores e notebooks.
 - Impressoras.
 - Fotocopiadoras.
 - Pilhas alcalinas.
 - Baterias de celular.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Desafios

- 1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.
3. PET ou PETE (tereftalato de polietileno): garrafas de refrigerante, garrafas de água e potes de manteiga de plástico.
PEAD (polietileno de alta densidade): caixas de leite de plástico, garrafas de suco, frascos de xampu e recipientes de detergente.
PVC (policloreto de vinila): pacotes de alimentos de cor clara e objetos para aplicações de sinalização e construção, como cones de trânsito.
PEBD (polietileno de baixa densidade): sacos de pão e de alimentos congelados.
PP (polipropileno): carcaças de baterias automotivas, funis e canudos de plástico.
PS (poliestireno): espumas para embalagem, talheres de plástico, embalagens de proteção para produtos eletrônicos e brinquedos.
4. Caso necessário, auxilie os estudantes na realização da pesquisa para a campanha e oriente a divulgação dos resultados com a comunidade escolar.

Orientações
didáticasRespostas e comentários
das questões

Leitura complementar

1. Porque são produzidos em grandes quantidades, não se degradam, permanecendo no ambiente por muito tempo, poluem o solo, os mares e prejudicam a vida aquática.
2. A substituição deverá ser gradativa, com 20% do plástico sendo retirado em até 2 anos, depois 50% em 4 anos, 80% em 8, e, finalmente, ele será totalmente substituído em 10 anos.
3. Veja a reprodução do livro do estudante.
4. Não são reciclados na prática, acumulam-se no ambiente e não se degradam, ficando no solo ou sendo levados para os rios e mares, pondo em risco a vida dos organismos aquáticos.

O fim dos copos e pratos descartáveis

Campanhas e medidas efetivas para banir os utensílios plásticos descartáveis vêm aumentando e se fortalecendo no Brasil. Em abril de 2018, a Comissão de Meio Ambiente do Senado aprovou projeto que prevê a retirada gradual do plástico da composição de pratos, copos, bandejas e talheres descartáveis. No prazo de 10 anos, o plástico deverá ser substituído por materiais biodegradáveis em utensílios e embalagens de alimentos prontos para o consumo. A substituição deverá ser progressiva: assim que a lei for aprovada, 20% do plástico deverá ser retirado em até 2 anos, depois a exigência aumentará para 50% em 4 anos, 80% em 8, e, finalmente, ele será totalmente substituído em 10 anos.

A principal preocupação é o destino final do plástico descartado, que costuma ir para rios e oceanos, comprometendo a vida aquática, principalmente marinha. Existem estudos que preveem que, até 2050, existirá mais plástico nos oceanos do que peixes!

Atitudes locais para reduzir o volume de plásticos descartados vêm aumentando a

cada dia, em escolas, escritórios e empresas. Exemplos dessas atitudes são as campanhas para redução do uso de copos plásticos descartáveis, que têm sido apoiadas pela ONU Meio Ambiente com o objetivo de banir o uso desse item em escolas de São Paulo. [...]

Na campanha Por Amor ao Mar, a forma de conscientizar e despertar os alunos para o amor à natureza e o respeito às diversas formas de vida foi a literatura infantil, com histórias sobre os animais e o ambiente. Esse projeto leva o sério problema do lixo plástico nos mares para a discussão nas escolas públicas e privadas, envolvendo os alunos, os pais, os educadores e os dirigentes das escolas nas discussões e ações para a redução de copos plásticos descartáveis no ambiente da escola. Os copos são substituídos por canecas e garrafas não descartáveis.

[...]

Essas ações estão afinadas com os objetivos 12 – Consumo e Produção Sustentáveis, e 14 – Vida na Água da Agenda 2030 da ONU.

Elaborado com base em: Somos todos viajantes e Ciclo Vivo. Disponível em: <www.somostodosviajantes.com> e <www.ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/senado-aprova-proibicao-de-plastico-descartavel-no-brasil/> (acesso em: 29 jul. 2018).

Questões



- 1 Por que materiais plásticos descartáveis, como copos, canudos e talheres, são considerados inimigos do meio ambiente? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 2 De que forma deverá ser feita a substituição desses materiais plásticos descartáveis no Brasil durante os próximos anos? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 3 Pesquise quais materiais alternativos poderão substituir o plástico como matéria-prima de utensílios de acondicionamento de alimentos prontos para consumo.
Amido de mandioca, fibra de coco.
- 4 Imagine que você foi convidado para a festa de uma amiga, na qual ela pretende usar somente materiais descartáveis (copos, pratos, canudos e talheres) para servir os alimentos. Com base na leitura complementar, quais argumentos você usaria para convencer sua amiga a não utilizar produtos descartáveis?
Resposta pessoal. Veja comentários nas Orientações Didáticas.



Protegendo paisagens



Vinicius Bacarin/Shutterstock

O Brasil, com suas dimensões continentais, apresenta imensa riqueza de paisagens nos diferentes biomas, além de elevada biodiversidade. Mas, mesmo assim, muitas espécies estão em processo de extinção devido a alterações dos ambientes naturais.

Para proteger a fauna, a flora, os recursos ambientais de determinada região, na tentativa de manter preservadas as características naturais, foram criadas as Unidades de Conservação (UCs).

Você sabe o que são Unidades de Conservação? Conhece ou já esteve em alguma? Você tem ideia da importância de uma Unidade de Conservação?

Neste capítulo você vai conhecer algumas Unidades de Conservação, suas características e importância.

O Parque Nacional de Iguaçu, no estado do Paraná, na divisa com a Argentina (em foto de 2017), é uma das Unidades de Conservação mais visitadas no Brasil. Ele foi criado em 1939 e tem o título de Patrimônio Natural da Humanidade, concedido pela Unesco.



Habilidade da BNCC

(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Caracterizar as diferentes categorias de Unidades de Conservação (UCs) no Brasil (parques, reservas, florestas nacionais, áreas de proteção ambiental).
- Compreender o processo de estabelecimento e funcionamento das Unidades de Conservação (UCs) e a participação da sociedade na gestão para a conservação das áreas protegidas.

Objeto de conhecimento

- Preservação da biodiversidade.

Problemática/Conhecimentos prévios

O planeta Terra possui recursos naturais que podem ser utilizados pelo ser humano nas diferentes atividades. Entretanto, o consumo excessivo desses recursos coloca em risco a existência da espécie humana e de outros seres vivos. Uma forma de protegê-los é a institucionalização de Unidades de Conservação (UCs), voltadas para a proteção do patrimônio natural, biológico, geológico, paleontológico, arqueológico e cultural do país.

O objetivo deste capítulo é despertar nos estudantes o inte-

resse por conhecer o que são, quais são e onde ficam as UCs; desenvolver o respeito e a valorização dessas áreas naturais e enfatizar que a sua proteção é responsabilidade de todos.

Assim, inicie essa abordagem propondo algumas perguntas: “Por que os ecossistemas precisam ser preservados?”; “Vocês já ouviram falar em Unidades de Conservação? Para que elas servem?”. Acolha as contribuições dos estudantes, esclarecendo que essas perguntas serão respondidas ao longo deste capítulo.

■ Neste capítulo

Atualmente, a exploração dos recursos naturais resultante de algumas atividades humanas tem provocado a degradação de diversos ecossistemas, colocando em risco a diversidade de seres vivos e o patrimônio geológico de diversas regiões. Além disso, muitas populações tradicionais, ricas em diversidade cultural, possuem modos de vida extrativista e também sofrem com a alteração e a perda de áreas naturais. Esse problema intensificou-se nos últimos dois séculos, principalmente após a Revolução Industrial.

As questões a serem tratadas neste capítulo incluem os recursos naturais e a motivação para a criação das Unidades de Conservação (UCs). “Quais são os tipos de Unidades de Conservação existentes no Brasil, suas características e importância?”; “Quantas Unidades de Conservação existem atualmente no Brasil?”; “Como se dá a participação da sociedade na gestão das Unidades de Conservação?” são algumas das perguntas a que este capítulo se propõe a responder.

Para iniciar essa abordagem, é interessante orientar a análise da imagem de abertura, do Parque Nacional do Iguaçu, e destacar alguns dos elementos que tornam essa paisagem única, como os recursos naturais (água, floresta, etc.). Esse local é uma das mais importantes Unidades de Conservação do Brasil, a segunda em número de visitantes por ano, e protege diversos recursos naturais, como recursos hídricos, monumentos geológicos, animais e plantas, além de representar áreas relevantes para o lazer, a contemplação e a pesquisa científica. Pergunte aos estudantes se alguém conhece esse local ou já esteve em uma outra Unidade de Conservação. Em caso afirmativo, questione quais foram as percepções dos estudantes durante essas visitas. Caso eles não tenham realizado visitas presenciais, pergunte se já viram na televisão ou na internet imagens de alguma Unidade de Conservação.

Por fim, se julgar pertinente, apresente aos estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre o Parque Nacional do Iguaçu.

➤ Unidades de Conservação

O Brasil é um dos países com mais biodiversidade do mundo. Os diferentes biomas que existem no território nacional abrigam muitas espécies de plantas e animais, sendo várias delas consideradas endêmicas. Contudo, há diversos fatores que podem ameaçar toda essa biodiversidade.

Com o crescimento da população mundial e a necessidade de áreas para a produção de alimentos, ampliaram-se as áreas destinadas à agricultura e à pecuária. As áreas para a produção de energia cresceram, assim como aumentaram também as urbanizadas, e muitos ecossistemas naturais que compõem os biomas foram destruídos, gerando perdas de várias formas de vida.

Tal como no Brasil, outros países possuem um patrimônio natural que também foi afetado por ações dos seres humanos. Para conservar e proteger áreas naturais importantes nos diferentes biomas do mundo do ponto de vista biológico e geológico, foram criadas as Unidades de Conservação (UCs).

As Unidades de Conservação são, portanto, áreas naturais protegidas por lei com o objetivo de conservar o patrimônio nacional natural e cultural, composto da biodiversidade, da geodiversidade, ou conjunto de montanhas e montes únicos, e do patrimônio **espeleológico**, **paleontológico** e **arqueológico**.

Espeleológico:
relativo a grutas e cavernas.

Paleontológico:
relativo a fósseis.

Arqueológico:
relativo a restos e marcas deixados por povos antigos.



UM POUCO MAIS

Como são criadas as Unidades de Conservação no Brasil?

A criação de Unidades de Conservação é feita pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão federal, ou pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente. São feitos estudos técnicos e consultas públicas para verificar a importância ambiental e social do local, como a presença de espécies ameaçadas e de populações tradicionais.

Após serem criadas, deve ser apresentado um Plano de Manejo, um documento que contém, em detalhes, as informações sobre quais são os recursos naturais e as comunidades presentes na área da Unidade de Conservação e no entorno, como eles devem ser protegidos e como os recursos devem ser utilizados de forma sustentável.

As Unidades de Conservação sofrem muitas pressões e ameaças, entre elas o desmatamento, a retirada ilegal de madeiras e a caça. A administração das áreas é feita com a participação de um Conselho Gestor, constituído por representantes de instituições, como governo, universidades, organizações não governamentais (ONGs), associações de moradores e empresas do entorno. Essa participação de diferentes grupos sociais na gestão das UCs traz a noção da responsabilidade social compartilhada do bem público e possibilita integrar visões de grupos de diferentes culturas e interesses, aumentando a efetividade das ações administrativas e da conservação da biodiversidade.



O Parque Nacional da Serra dos Órgãos preserva, além da biodiversidade, um conjunto único de montanhas e picos. Teresópolis (RJ), 2017.

Eduardo Zappia/Pulsar Imagens

Texto complementar

Parque Nacional do Iguaçu

[O Parque Nacional do Iguaçu] foi criado em 1939, e abriga o maior remanescente de floresta Atlântica (estacional semi-decídua) da região sul do Brasil. Protege uma riquíssima biodiversidade, incluindo algumas espécies ameaçadas de extinção, como onça-pintada (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), gavião-real (*Harpia harpyja*), e as

árvores peroba-rosa (*Aspidosperma polyneutron*), araticum (*Rollinia salicifolia*), araucária (*Araucaria angustifolia*). Essa expressiva variabilidade biológica, somada à paisagem singular de rara beleza cênica das Cataratas do Iguaçu, fizeram do Parque Nacional do Iguaçu a primeira Unidade de Conservação do Brasil a ser instituída como Sítio do Patrimônio Mundial Natural pela UNESCO, em 1986. Unido pelo Rio Iguaçu ao Parque Nacional Iguaçu, na Argentina, o Parque brasileiro integra o mais importante contínuo biológico do Centro-Sul da

Por que precisamos de áreas protegidas?

Embora as primeiras Unidades de Conservação brasileiras tenham sido criadas por motivos estéticos e recreativos, atualmente, seu propósito está voltado para a proteção da biodiversidade e tem se tornado uma das principais estratégias para a conservação e manutenção dos recursos naturais. Assim, as Unidades de Conservação possuem áreas geográficas de tamanho suficiente para proteger amostras significativas das diferentes populações de plantas e animais, de modo que possam viver e se reproduzir, além dos diferentes *habitat* e ecossistemas.

Portanto, essas áreas têm o papel fundamental de proteger especialmente as espécies ameaçadas de extinção, promover o desenvolvimento sustentável e contribuir para a **conservação**, a **preservação** e a **restauração** de ecossistemas naturais.

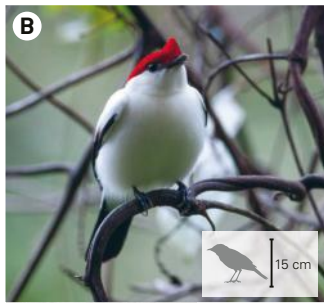
Uma espécie que está protegida por um conjunto de Unidades de Conservação é o miqui ou mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*), o maior macaco das Américas. No estado do Rio de Janeiro, encontramos essa espécie nos parques nacionais de Itatiaia e da Serra da Bocaina, e, no estado de São Paulo, nos parques estaduais Carlos Botelho, Nascentes do Paranapanema e Intervalles, além da Estação Ecológica de Xituê.

Essas áreas protegidas do estado de São Paulo formam o chamado *Continuum* Ecológico da Serra do Mar, uma grande área geográfica contínua e protegida por lei, que mantém florestas e espécies vegetais ameaçadas da Mata Atlântica, como o palmito-juçara (*Euterpe edulis*), e também muitas espécies de mamíferos ameaçadas de extinção, como onças-pintadas, onças-pardas, antas e porcos-do-mato.

Algumas aves ameaçadas de extinção também são protegidas com a criação de Unidades de Conservação, como o soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*), na Floresta Nacional (Flona) do Araripe-Apodi, no Crato (CE), ou a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), na Estação Ecológica Raso da Catarina, em Paulo Afonso (BA).



Marcos Amend/Pulsar Imagens



João Quental/Opção Brasil Imagens

O miqui-do-norte (A) e a ave soldadinho-do-araripe (B) são espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, protegidas por Unidades de Conservação.

O Parque Nacional do Peruáçu, em Minas Gerais, no bioma do Cerrado, possui inúmeras cavernas com fauna endêmica de animais invertebrados, além de sítios arqueológicos e pinturas rupestres da Pré-História. A gruta da Janelão faz parte do patrimônio espeleológico nacional, formado por mais de 7 mil cavernas. Fotografia de 2017.

Capítulo 2 • Protegendo paisagens 27

Orientações didáticas

Para contextualizar o tópico “Por que precisamos de áreas protegidas?”, aborde um outro exemplo de área de conservação ambiental, o Parque Nacional da Tijuca, onde se localiza o Cristo Redentor, localizado no alto do pico do Corcovado (RJ) e cercado por florestas da Mata Atlântica.

Caso considere pertinente, apresente aos estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre a história desse parque.

Texto complementar

Parque Nacional da Tijuca

O Parque Nacional da Tijuca foi criado em 6 de julho de 1961, mas sua história remonta aos séculos XVII e XVIII, quando o Maciço da Tijuca foi, em sua maior parte, ocupado e devastado pela extração de madeiras e em utilização de monoculturas, especialmente o café, o que gerou sérios problemas ambientais com impactos na cidade do Rio de Janeiro.

O mais perceptível deles foi a escassez de água. Os sistemas que captavam água na Serra da Carioca e no Alto da Boa Vista praticamente secaram e, em uma tomada de decisões pioneira acerca da importância dos serviços ambientais fornecidos pelo Maciço, iniciou-se um processo de desocupação e recuperação da vegetação natural.

Em 1861 [...] teve início então um processo de desapropriação de chácaras e fazendas, com o objetivo de promover o reflorestamento e permitir a regeneração natural da vegetação. [...]

Em 1961, o Maciço da Tijuca [...] foi transformado em Parque Nacional, recebendo o nome de Parque Nacional do Rio de Janeiro, com 33 km².

Seis anos depois, em 8 de fevereiro de 1967, seu nome foi definitivamente alterado para Parque Nacional da Tijuca. [...]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ICMBio. **Parque Nacional da Tijuca**. Disponível em: <<http://www.parquedatijuca.com.br/historia.php>> (acesso em: 23 out. 2018).



André Drey/Pulsar Imagens

América do Sul, com aproximadamente 1 milhão de hectares de áreas naturais, sendo mais de 600 mil hectares de áreas protegidas e outros 400 mil em florestas ainda primitivas. O Parque Nacional do Iguaçu é hoje exemplo de sustentabilidade, onde é realizado o desenvolvimento socioambiental com integração entre a proteção e conservação e o uso sustentável dos recursos naturais.

ICMBio. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/> (acesso em: 23 out. 2018).

Indicações de sites [acesso em: 23 out. 2018]

Se considerar oportuno e houver disponibilidade de conexão com a internet, sugerimos a consulta aos seguintes endereços eletrônicos:

- Unidades de Conservação. Disponível em: <www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>.
- Mapa interativo com as Unidades de Conservação do Brasil. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/mapa>>.

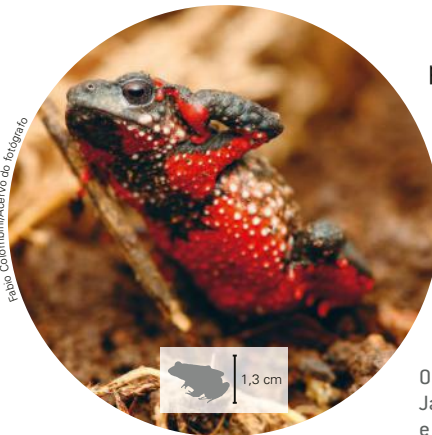
Orientações didáticas

Aborde o tema desta página por meio de exemplos, como o do sapo-flamenguinho (*Melanophryniscus moreirae*), que ocorre unicamente na Serra da Mantiqueira, região parcialmente protegida pelo Parque Nacional do Itatiaia.

Se for possível, apresente para os estudantes um vídeo sobre a importância das Unidades de Conservação para a manutenção da biodiversidade e para a provisão de serviços ecossistêmicos à sociedade. Esse vídeo foi produzido em 2018 pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e está disponível em: <www.youtube.com/watch?v=KZkp4uJKJY&feature=youtu.be> (acesso em: 23 out. 2018).

O boxe *Um pouco mais* traz medidas e dicas que contribuem para a formação de cidadãos conscientes e participativos. O ecoturismo é uma atividade importante para a conservação e deve ser incentivado sempre que houver oportunidade. A seguir, apresentamos uma listagem dos principais pontos de ecoturismo do Brasil. Considere a possibilidade de organizar, com a escola e com os responsáveis pelos estudantes, um estudo do meio guiado para conhecer esses pontos.

- Parque Estadual da Pedra Azul, Domingos Martins (ES);
- Parque Nacional da Serra do Cipó (MG);
- Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, Caravelas (BA);
- Bonito (MS);
- Delta do Parnaíba (MA/PI);
- Parque Estadual de Terra Ronca, São Domingo (GO);
- Ilhabela, São Sebastião (SP);
- Fernando de Noronha (PE);
- Monte Roraima (RR);
- Chapada dos Veadeiros (GO).



As Unidades de Conservação protegem ainda espécies endêmicas que vivem em áreas geográficas muito restritas de um bioma. O sapo-flamenguinho (*Melanophryniscus moreirae*) é um exemplo: ele vive nas áreas altas de campos rupestres da serra da Mantiqueira, em altitudes superiores a 2 400 metros, principalmente no Parque Nacional do Itatiaia, no Rio de Janeiro.

O Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, abriga diversas espécies de plantas e animais, como o sapo-flamenguinho.



UM POUCO MAIS

Turismo consciente em áreas protegidas

Ecoturismo é aquele feito em áreas protegidas. Ele deve ser realizado de forma a ajudar na manutenção das Unidades de Conservação. Conheça e pratique estas dicas para aproveitar com segurança os passeios em áreas naturais protegidas e sem causar estragos ao ambiente.

1. Faça um planejamento de sua viagem, informando-se sobre a Unidade de Conservação que pretende conhecer, suas características naturais, atrativos, normas de visitação, como chegar, previsão do tempo; pense nas roupas adequadas (como botas de caminhada e capa de chuva, por exemplo) e nos equipamentos necessários.
2. Lembre-se da sua segurança: procure informações sobre as trilhas e os caminhos que vai percorrer e a duração dos percursos e tenha sempre instrumentos de localização, como bússola ou GPS.
3. Não altere nem destrua os caminhos por onde passar ou os locais de acampamento.
4. Recolha todo o lixo que produzir e coloque-o nas lixeiras, ou traga-o de volta, no caso de não haver coleta de lixo. Nunca queime nem enterre o lixo.
5. Não utilize nem retire nenhum material do local, como pedras, conchas, plantas, flores, e não deixe marcas de pintura, pichações ou qualquer tipo de gravação em árvores, pedras ou construções.
6. Nunca faça fogueiras. Utilize lanternas para iluminar os ambientes e fogareiros para cozinhar, se for acampar.
7. Respeite os animais silvestres e mantenha distância deles; não os alimente nem tenha contato direto com eles. Use roupas de tons pastel, que não chamem atenção; não grite nem use instrumentos sonoros.
8. Respeite as pessoas locais; não leve animais domésticos para as áreas protegidas. Prefira comprar serviços ou produtos dos moradores locais.

28

Texto complementar

Domínio da terra e dos recursos naturais

Conhecer e lidar com a questão fundiária é parte importante do estabelecimento e gestão exitosa de uma área protegida. Muitas unidades de conservação estabelecidas têm uma situação fundiária ambígua, pois suas terras, ou parte delas, são de propriedade privada e aguardam ainda uma regularização.

No Brasil, esse é um grande desafio. O país enfrenta dificul-

dades relacionadas com os títulos de propriedades, especialmente em algumas regiões como Centro-Oeste e Norte onde, muitas vezes, existem vários títulos para as mesmas terras ou ocupantes ilegais, comumente de significativas porções de terra, havendo o apossamento tradicional de diversas populações – como seringueiros, remanescentes de quilombos, castanheiros e ribeirinhos, entre outros – que deve ser respeitado e integrado às políticas de conservação e desenvolvimento.

Tipos de Unidades de Conservação

Em razão das particularidades e das fragilidades das diferentes Unidades de Conservação, foi criado, em 2000, pela Lei nº 9 985, o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), que as classifica, organiza e estabelece suas formas de gestão, de acordo com critérios que se baseiam no modo de proteção, no tipo de atividade que se pode realizar dentro dos seus limites e na propriedade da terra.

Existem vários tipos ou categorias de Unidades de Conservação no Brasil, divididas em dois grupos: Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

Unidades de Conservação de Proteção Integral

As Unidades de Conservação de Proteção Integral, como o próprio nome diz, proíbe a exploração de seus recursos naturais, como as florestas ou os minerais contidos no solo. Dessa maneira, a lei permite apenas fazer uso indireto do ambiente por meio do turismo e de atividades educativas ou científicas.

Isso ocorre porque essas Unidades de Conservação precisam de maiores cuidados e proteção, por possuírem espécies e ambientes únicos e frágeis. Nesses casos, essa área delimitada pertence sempre ao poder público.



Vista aérea da Reserva Biológica Atol das Rocas [A], situada próximo ao arquipélago de Fernando de Noronha. Essa é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral com 35 mil hectares (cerca de 360 km²). O atol é formado por um recife semicircular, composto de esqueletos calcários de algas, corais e moluscos, que abriga diversos animais marinhos [B].

Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável são permitidas as atividades extrativistas, como agricultura, pecuária e mineração, além de moradia e turismo, desde que compatíveis com a conservação da natureza e o uso sustentável dos seus recursos naturais. Diferentemente das Unidades de Conservação de Proteção Integral, as terras dessas Unidades de Conservação podem ser públicas ou particulares.

Visite também!

Visite os parques.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/visitaacao1/visite-os-parques>> (acesso em: 8 jul. 2018).

O site apresenta uma lista com diversos parques nacionais brasileiros que recebem visitação. Escolha um deles e obtenha informações sobre localização e horário de funcionamento. Convide sua família para conhecer essas Unidades de Conservação pessoalmente!

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Tipos de Unidades de Conservação” e solicite aos estudantes que respondam, no caderno, às atividades 1 a 3 do *Pense e resolva* (página 35).

Enfatize que o estabelecimento de áreas protegidas é uma estratégia importante para conter a ocupação desordenada da terra e o uso predatório dos recursos naturais e, conseqüentemente, para conservar a biodiversidade. Entretanto, segundo a bióloga Nurit Bensusan, que pesquisou as áreas protegidas no Brasil, a implementação de UCs no país ainda enfrenta muitos desafios; no texto complementar abaixo, elencamos alguns deles. Caso considere pertinente, apresente-os para os estudantes e organize um debate sobre o tema.

Gestão e consolidação de áreas protegidas

Muitas áreas protegidas, apesar de formalmente estabelecidas, não são, na prática, implantadas, dadas as limitações de recursos. Idealmente, as unidades de conservação deveriam possuir, desde a sua criação, um orçamento adequado, recursos humanos capacitados, bases institucionais sólidas, apoio da sociedade e independência do cenário político. Entretanto, poucas são as que gozam dessa situação privilegiada; por conseguinte, as unidades, mesmo as já implantadas, enfrentam vários problemas na sua gestão.

O mapeamento, reconhecimento e a resolução de conflitos são também partes do cotidiano da gestão da maioria das áreas protegidas. Em geral, os conflitos podem se dar entre os gestores das unidades e as comunidades locais, tendo em vista o uso dos recursos naturais; entre atores de diferentes contextos culturais e sociais interessados na área protegida; entre as distintas comunidades.

BENSUSAN, Nurit. *Conservação da biodiversidade em áreas protegidas*. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 2006.

Orientações didáticas

Baseando-se no quadro do livro do estudante, comente as Unidades de Conservação de Proteção Integral, chamando a atenção dos estudantes para as semelhanças e diferenças entre elas. Verifique a possibilidade de levar para a sala de aula um mapa político do Brasil em tamanho ampliado e, à medida que mencionar cada uma das UCs, faça uma marcação no mapa. Caso considere pertinente, é interessante pedir aos estudantes que identifiquem o bioma presente nessas regiões.

Por fim, solicite aos estudantes que resolvam as atividades 4 e 5 do *Pense e resolva* (páginas 35 e 36). Realize a correção coletiva dessas atividades e discuta a importância do Plano de Manejo para a gestão das Unidades de Conservação. A seguir, propomos um texto complementar que pode ser compartilhado com os estudantes em uma roda de conversa.

Texto complementar

Relações das áreas protegidas com suas circunvizinhanças

Na década de 1980, surgiram inúmeras tentativas de integrar e aproximar as áreas protegidas das comunidades locais. Muitas dessas tentativas partiram do pressuposto que a gestão das unidades de conservação deveria tratar das necessidades das comunidades locais e não apenas das atividades tradicionais de manejo. A ideia dessa estratégia é conseguir aliados para a conservação da biodiversidade a longo prazo, promovendo a melhoria das condições de vida dessas populações.

Recentemente, um estudo sobre o entorno de nove unidades de conservação de proteção integral, distribuídas em 10 estados brasileiros, mostrou que a gestão da área se torna mais eficiente quanto maior é o envolvimento das comunidades locais. As principais

Vamos conhecer alguns exemplos de UCs e as características de cada uma delas.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL		
Parque Nacional		
	O Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha possui diversas praias e baías que abrigam grande biodiversidade marinha.	Tem como objetivo principal a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. Nessa categoria é permitida a realização de pesquisas científicas, de turismo ecológico e de atividades educativas e recreativas.
Reserva Biológica		
	A Reserva Biológica de Pedra Talhada está localizada nos estados de Alagoas e Pernambuco, em área de Mata Atlântica, e abriga diversas espécies ameaçadas de extinção, como o gavião-pombo-pequeno e o pica-pau-anão-dourado.	Tem como objetivo a preservação integral de todos os seres vivos e demais atributos naturais existentes em seus limites. Portanto, esta categoria não permite a interferência humana direta ou modificações ambientais. As únicas ações permitidas são em prol da recuperação e preservação do equilíbrio natural, da diversidade biológica e dos processos ecológicos naturais. Só é possível visitar estas áreas se o propósito for educativo.
Monumento Natural		
	O Monumento Natural Estadual Pedra do Baú, localizado no município de São Bento do Sapucaí (SP), é um complexo rochoso de importância ecológica e turística.	Tem como objetivo principal a preservação de sítios naturais raros, únicos e de grande beleza cênica, como monumentos geológicos. Nesta categoria, diversas atividades de visitação são permitidas.
Estação Ecológica		
	Estação Ecológica Serra das Araras. Localiza-se no bioma Cerrado, no estado de Mato Grosso.	É destinada à preservação dos ecossistemas e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitada apenas com objetivo educacional.
Refúgio de Vida Silvestre		
	O Refúgio de Vida Silvestre do Rio dos Frades, em Porto Seguro (BA), é uma Unidade de Conservação localizada no bioma Mata Atlântica.	É uma área protegida com a função principal de garantir condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna. Permite atividades de visitação.

30

lições desse estudo podem ser assim resumidas: é necessário lidar com a complexidade das situações que envolvem conservação da biodiversidade e populações humanas: o que acontece fora das unidades de conservação influencia o que se quer conservar em seu interior; quanto mais participação, organização e informação, menos conflituosa e mais eficiente é a ges-

tão da unidade; e quanto mais alternativas para a geração de renda das comunidades locais, maior sucesso na conservação da biodiversidade tem sido obtido.

BENSUSAN, Nurit. **Proteção da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 2006, 176 p.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Área de Proteção Ambiental (APA)



Lajedo do Pai Mateus, em Cabaceiras (PB), está situada na Área de Proteção Ambiental do Cariri.

Trata-se de uma área extensa de terras privadas que possui, além de ocupação humana, recursos abióticos, bióticos, estéticos (paisagens) ou culturais (populações e tradições) importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Seus objetivos básicos são proteger a biodiversidade, regular o processo de ocupação e garantir a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Floresta Nacional



A Floresta Nacional de Ipanema, no estado de São Paulo, apresenta grande heterogeneidade de ambientes por conter áreas de Cerrado e Mata Atlântica.

É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

Reserva Extrativista (Resex)



Na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (PA) há atividades extrativistas, como a coleta do açaí, realizadas pela população residente na reserva.

Trata-se de uma área utilizada por populações cuja subsistência baseia-se no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Seus objetivos básicos são proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da Unidade de Conservação.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)



A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, em Tefé (AM), é a maior reserva florestal do país e está entre as maiores Unidades de Conservação de Uso Sustentável do Brasil.

É uma área natural que abriga populações cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais, desempenhando assim um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)



Paisagem da RPPN Serra das Almas, em Crateús (CE), no bioma Caatinga.

Trata-se de uma área privada destinada apenas a ser utilizada como Unidade de Conservação. O objetivo desse tipo de reserva é conservar a diversidade biológica, sendo nela permitidas atividades recreativas, educativas e científicas.

Orientações didáticas

Dê continuidade ao estudo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável conforme o quadro apresentado no livro do estudante. Ao final desse estudo, considere solicitar a eles que realizem a atividade complementar apresentada a seguir.

Atividade complementar

Unidades de Conservação

Solicite à turma que, em grupos de quatro componentes, pesquisem sobre as UCs de seu município ou estado. É interessante que cada grupo pesquise UCs diferentes e utilizem fontes confiáveis para a pesquisa (sites governamentais ou de órgãos públicos, livros, revistas científicas, etc.). Com base nas informações obtidas, eles deverão elaborar cartazes contendo textos e imagens para exposição no ambiente escolar. Veja, a seguir, alguns pontos que podem ser abordados nos trabalhos.

Sugestão de roteiro para os trabalhos:

- Categorias (Proteção Integral ou Uso Sustentável) às quais pertencem as Unidades de Conservação;
- Plano de manejo: possuem ou não? Caso possuam, como está sendo realizado?;
- Atrativos turísticos (cachoeiras, montanhas, cavernas, etc.);
- Espécies endêmicas e espécies ameaçadas (flora e fauna);
- Normas de visitação e atividades de educação ambiental realizadas na Unidade;
- Informações de conduta consciente em Unidades de Conservação;
- Ameaças, impactos e os desafios da gestão das Unidades de Conservação.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Quantas Unidades de Conservação há no Brasil?”. Caso considere pertinente, retome a apresentação das UCs com o auxílio de um mapa, chamando a atenção dos estudantes para a região ou o estado onde moram.

Na sequência, realize a leitura e interpretação do gráfico em conjunto com os estudantes. Chame a atenção para a necessidade de haver uma proporção entre a área do bioma e a área de preservação por UC. Relembre que, na prática, diferentes tipos de UCs geram diferentes perfis de conservação.

Por fim, solicite a leitura do boxe *Em pratos limpos* pelos estudantes e estabeleça uma comparação entre as reservas indígenas e as UCs. É importante que eles percebam que ambas têm finalidades distintas. Questione-os sobre como essas áreas contribuem para a preservação da biodiversidade e por que devem ser preservadas.

Indicações de sites

(acesso em: 23 out. 2018)

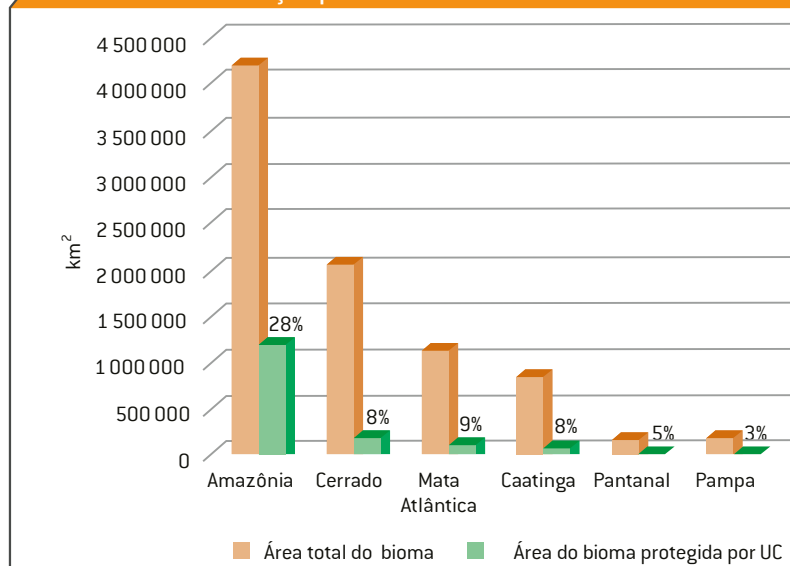
Para complementar o tema, sugerimos a leitura e consulta das seguintes fontes:

- Funai. Serviços ambientais: o papel das terras indígenas. Disponível em: <www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/cgmt/pdf/Servicos_Ambientais_o_papel_das_TIs.pdf>.
- Site da Fundação Nacional do Índio (Funai). Disponível em: <www.funai.gov.br>.
- Terras indígenas. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/territ%C3%B3rios-de-ocupa%C3%A7%C3%A3o-tradicional/terras-ind%C3%ADgenas-0>>.

Quantas Unidades de Conservação há no Brasil?

De acordo com dados de 2018 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Brasil possui 1 462 Unidades de Conservação, o que equivale a uma área de 1 077 302 km² do território nacional. Todos os biomas brasileiros são protegidos por UCs de diferentes categorias. Quando analisamos essa distribuição em detalhe, é possível perceber que há diferenças na proporção das áreas protegidas em cada bioma. A Amazônia, por exemplo, possui 28% do seu território protegido por UCs, enquanto somente 3% do Pampa está protegido dessa forma.

Unidades de Conservação por bioma



Fonte: CNUC/MMA. Disponível em: <www.mma.gov.br/cadastro_uc> (acesso em: 23 ago. 2018).

Porcentagem de áreas protegidas em Unidades de Conservação em cada um dos biomas brasileiros.



EM PRATOS LIMPOS

Reservas indígenas são Unidade de Conservação?

De acordo com a Fundação Nacional do Índio (Funai), as reservas indígenas são “[...] terras doadas por terceiros, adquiridas ou desapropriadas pela União, que se destinam à posse permanente dos povos indígenas”. Nessas reservas, os povos indígenas podem manter sua cultura e modos de vida, que incluem a caça, a pesca, o extrativismo vegetal e a agricultura de subsistência.

Além das reservas, existem as Terras Indígenas, que são as terras de ocupação tradicional dos indígenas. Essas terras não são Unidades de Conservação e se destinam a manter as populações indígenas das diversas etnias presentes no território brasileiro.

Texto complementar

Brasil tem 1,5% de área marinha protegida por Unidades de Conservação

A área marinha brasileira corresponde a mais da metade do território terrestre e, somada à zona costeira, é chamada de Amazônia Azul - são 8.500 km de costa e 4,5 milhões de km² quando contabilizada a plataforma continental. “Contudo, apenas 1,5% dessa área está protegida por unidades de conservação, o que é muito pouco se considerada a meta de

10% de conservação definida pela Convenção sobre Diversidade Biológica até 2010”, disse Roberto Gallucci, da Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros do Ministério do Meio Ambiente, no encerramento do “Seminário Ano Internacional da Biodiversidade: os desafios para o Brasil”, organizado pela Câmara dos Deputados. [...]

UC marinhas – Hoje são 102 unidades de conservação (UC) marinhas no Brasil, sendo que as duas últimas foram criadas em junho deste ano [2010], ambas no estado do Espírito Santo:

Áreas protegidas também no mar

Além de proteger os biomas presentes na área continental, existem várias UCs que protegem áreas marinhas, como Parques Nacionais Marinhos, Reservas Biológicas e Monumentos Naturais. Ao todo, elas cobrem mais de 970 426 km² e correspondem a cerca de 26% da área marinha brasileira, de acordo com os dados da plataforma Protected Planet, do Centro de Monitoramento da Conservação Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Unep-WCMC). Essa plataforma digital fornece dados atualizados de todas as áreas protegidas no mundo.

Em 2018, os arquipélagos São Pedro e São Paulo (PE) e o de Trindade e Martim Vaz (ES) foram declarados Unidades de Conservação federais marinhas, nas categorias de APA e Monumento Natural, respectivamente. Com a proteção a esses arquipélagos, todas as ilhas oceânicas brasileiras, que incluem também Fernando de Noronha e o atol das Rocas, passam a ser protegidas por UCs.

As áreas de proteção marinhas são muito importantes para a reprodução segura de peixes e outros animais, principalmente das espécies utilizadas como alimento humano. Nas águas protegidas, as populações crescem e depois migram para outras áreas onde podem ser pescadas, diminuindo o risco de diminuição ou extinção das espécies. As ilhas oceânicas são particularmente importantes na conservação de aves marinhas, sendo locais únicos onde fazem seus ninhos e criam seus filhotes.

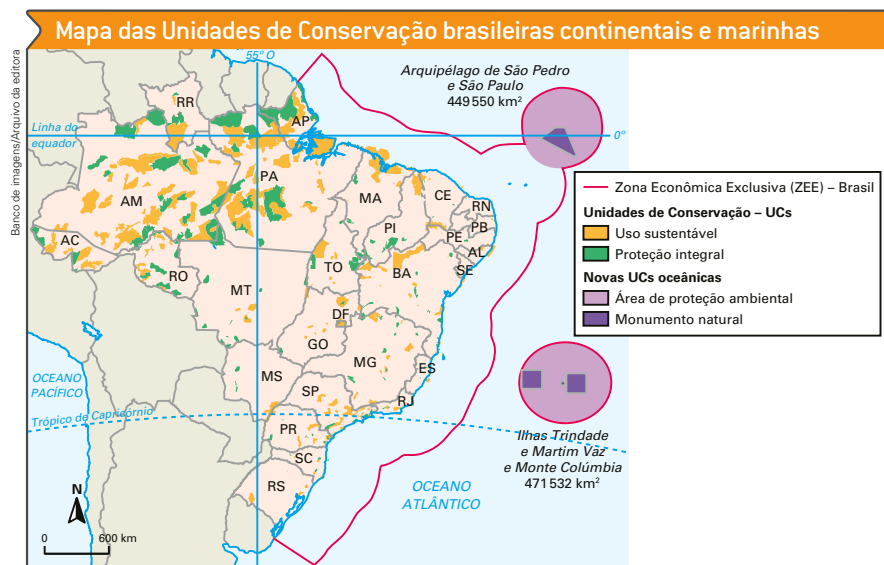
Vitória Veloso/Agência France-Press



Ilha de Trindade (ES), que se tornou uma Unidade de Conservação federal marinha.

Orientações didáticas

Ao abordar esta página, comente que muitos destinos turísticos no litoral do Brasil estão localizados em áreas protegidas. Pergunte aos estudantes se conhecem algum exemplo de área marinha protegida e se sabem dizer quais espécies devem ser preservadas nesses locais. Caso considere pertinente, compartilhe com eles as informações do texto complementar abaixo.



As diferentes categorias de Unidades de Conservação do Brasil protegem áreas terrestres e marinhas em diversas extensões.

Vida e Evolução

Área de Proteção Ambiental da Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz. Estudos apontam a área como de maior biodiversidade de invertebrados marinhos do mundo, onde se alimentam populações de baleias (jubarte, franca, cachalote) e golfinhos. [...]

CAMINHA, Ana Flora. **Brasil tem 1,5% de área marinha protegida por unidade de conservação.** Ministério do Meio Ambiente, 13 jul. 2010. Disponível em: <www.meioambiente.gov.br/informma/item/6420-brasil-tem-15-de-area-marinha-protetida-por-unidades-de-conservacao> (acesso em: 23 out. 2018).

Orientações didáticas

Ao abordar o conteúdo desta página, comente que, nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável, as populações tradicionais podem coletar produtos de origem vegetal e animal que compõem a culinária tradicional regional. Enfatize que, nessas áreas, a coleta é predominantemente destinada à subsistência e que os moradores são responsáveis pela manutenção da riqueza socioambiental dessas regiões.

Por fim, comente o boxe *Um pouco mais*, chamando a atenção dos estudantes para a pluralidade cultural das populações tradicionais.

Caso considere oportuno, realize com os estudantes uma “Feira das populações tradicionais”: a turma deve se organizar para pesquisar esses grupos sociais e representar sua cultura por meio da apresentação de cartazes, roupas, receitas culinárias, etc. Essa atividade pode ser realizada em conjunto com os professores de História e de Geografia. Durante a atividade, incentive a valorização da diversidade cultural e conduza os estudantes a ter uma postura respeitosa em relação às demais culturas, dirimindo qualquer indicio de preconceito.

Para seu aprofundamento, sugerimos a leitura do seguinte texto complementar.

Texto complementar

Comunidades Tradicionais – O que são

As políticas públicas voltadas para os Povos e Comunidades Tradicionais são recentes no âmbito do Estado brasileiro e tiveram como marco a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que foi ratificada em 1989 e trata dos direitos dos povos indígenas e tribais no mundo.

No Brasil, esse público passou a integrar a agenda do governo federal em 2007, por meio do Decreto 6040, que instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT), sob a coordenação da Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (SEPPIR) da Presidência da República.

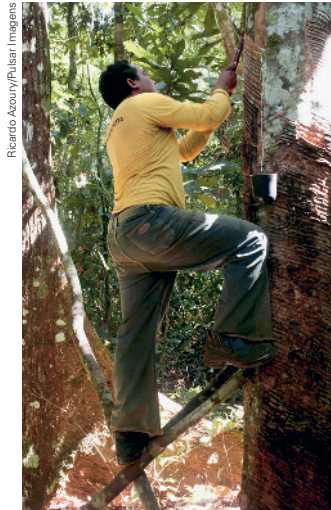
As comunidades humanas nas Unidades de Conservação

Como já vimos, as duas categorias de UCs de uso sustentável que permitem a permanência de populações tradicionais com utilização dos recursos são a Reserva Extrativista (Resex) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

Nessas reservas, os produtos coletados são principalmente de origem vegetal, como látex, frutos de palmeiras (açaí, bacaba, babaçu, buriti e carnaúba), sementes (pinhão, castanha-do-brasil e castanha-de-caju), e de origem animal, como os pescados e os frutos do mar. A coleta (ou extrativismo) é uma atividade humana antiga, que antecede a agricultura, a pecuária e a indústria, praticada em todo o mundo.

Nas reservas os moradores são responsáveis pela conservação dos recursos naturais, vegetais ou animais, de onde retiram sua subsistência e, por isso, cuidam do ambiente e o protegem de forma efetiva, fiscalizando e evitando o desmatamento, a caça e a pesca predatória, além de manter vivas suas culturas e tradições, que constituem o componente socioambiental a ser preservado.

A Reserva Extrativista Chico Mendes, em Xapuri (AC), é considerada a maior do país. Além disso, foi onde viveu o ambientalista Chico Mendes (1944-1988), considerado um símbolo da luta pela conservação da natureza no Brasil. O extrativismo representa a principal fonte de renda para as famílias que moram na reserva. Na foto, um seringueiro extrai o látex, a matéria-prima para a fabricação de vários produtos à base de borracha.



Ricardo Azeite/Pulsar Imagens



UM POUCO MAIS

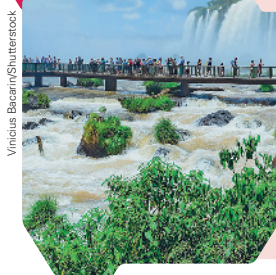
O que são populações tradicionais?

Populações tradicionais são grupos que têm culturas e formas próprias de organização social. Elas ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos por tradição.

No Brasil, alguns exemplos de populações tradicionais são: quilombolas, seringueiros, castanheiros, quebradeiras de coco-de-babaçu, faxinalenses, pescadores artesanais, ribeirinhos, varzeiros ou varzeiros, caiçaras, sertanejos, jangadeiros, açorianos e pantaneiros.

Essas comunidades tradicionais constituem aproximadamente 5 milhões de brasileiros e ocupam 25% do território nacional. Apesar disso, muitas dessas comunidades ainda enfrentam diversas dificuldades e preconceitos para serem reconhecidas e valorizadas.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



Vinicius Bacarin/Shutterstock

- O que são Unidades de Conservação.
- As principais categorias das UCs e suas características.
- A distribuição das UCs no Brasil.
- A importância das UCs para cada bioma brasileiro.
- As áreas marinhas protegidas.
- As comunidades humanas e o extrativismo sustentável nas UCs.

34

De acordo com o Decreto 6040, os povos e comunidades tradicionais são definidos como “grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos por tradição”.

Entre os povos e as comunidades tradicionais do Brasil estão quilombolas, ciganos, matriz africana, seringueiros, cas-

tanheiros, quebradeiras de coco-de-babaçu, comunidades de fundo de pasto, faxinalenses, pescadores artesanais, marisqueiras, ribeirinhos, varzeiros, caiçaras, praiheiros, sertanejos, jangadeiros, ciganos, açorianos, campeiros, varzanteiros, pantaneiros, caatingueiros, entre outros.

Segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), as Comunidades Tradicionais constituem aproximadamente 5 milhões de brasileiros e ocupam $\frac{1}{4}$ do território nacional. Por seus processos históricos e condi-

Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

1 Leia o texto a seguir:

O Monumento Natural das Árvores Fossilizadas está situado no município de Filadélfia (TO), no bioma Cerrado. Ele também é conhecido como Parque das Árvores Petrificadas, cujos fósseis são chamados de Pedras de Pau pela comunidade local. Essa UC tem o objetivo de preservar o patrimônio fossilífero presente na área, rico em sítios paleontológicos e arqueológicos onde são encontrados os fósseis de árvores como pteridófitas, esfenófitas, coníferas e cicadáceas, sendo considerada a mais completa floresta fossilizada do mundo.

A floresta existiu no Período Permiano da Era Paleozoica, entre 250 e 295 milhões de anos. No final desse período, a Terra assistiu à maior extinção em massa da fauna e da flora jamais ocorrida, em que aproximadamente 90% das espécies marinhas e talvez 70% das terrestres desapareceram.



Fósseis de folha de samambaia na Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional, na cidade de Filadélfia (TO), também conhecida como Monumento Natural das Árvores Fossilizadas.

- a) Que tipo de Unidade de Conservação é o Monumento Natural?
- b) Por que é importante proteger fósseis como esses do Tocantins?

c) De acordo com o gráfico apresentado na página 32, qual é o tamanho da área protegida por Unidade de Conservação do bioma Cerrado?

2 Sobre as categorias de UCs brasileiras conhecidas como Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável, reescreva no caderno a alternativa que traz a resposta correta:

- a) São reservas destinadas às populações indígenas que saíram de seus locais de origem e cuja terra pertence ao poder público.
- b) São áreas privadas localizadas na Amazônia destinadas ao desenvolvimento de agricultura ecológica, pecuária sustentável e mineração.
- c) São reservas cuja terra pertence ao poder público e que são destinadas às populações tradicionais que vivem do extrativismo vegetal, da caça, da pesca e da agricultura de subsistência.
- d) São reservas privadas destinadas à exploração florestal e mineral na Amazônia e na Mata Atlântica.
- e) São reservas públicas e privadas com o objetivo de desenvolver manejo sustentável de recursos florestais e animais em todos os biomas brasileiros. **Alternativa c.**

3 Sobre as Unidades de Conservação marinhas no Brasil, responda:

- a) Qual é a importância da criação de UCs marinhas para o Brasil?
- b) Cite o nome de três UCs de diferentes categorias.

4 Quem participa do Conselho Gestor das UCs? Ele é uma instância democrática de participação? Explique.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

1. a) É uma UC de Proteção Integral que tem por objetivo preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, como monumentos geológicos.
- b) Porque esses fósseis são um rico patrimônio do Período Permiano da Era Paleozoica, entre 250 e 295 milhões de anos, ou seja, trata-se de um registro do passado biológico brasileiro muito antigo. Além disso, o lugar em que estão esses fósseis é considerado a floresta fossilizada mais completa do mundo que, ao ser protegida, pode ser estudada e conhecida pela ciência.
- c) O Cerrado possui uma área protegida em UC de 169 666 km², que corresponde a 9% do total do bioma.

2. Alternativa c.

3. a) Garantir áreas protegidas para a reprodução e crescimento de peixes e outros animais utilizados como recurso alimentar humano, mantendo os estoques disponíveis para a pesca fora das áreas protegidas. Garantir a conservação da biodiversidade das ilhas, principalmente aves marinhas.
- b) Sugestões de respostas: Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, APA Arquipélago São Pedro e São Paulo, Monumento Natural Arquipélago de Trindade e Martim Vaz.

4. Membros de instituições públicas, órgãos ambientais, organizações não governamentais, associações de moradores locais. Sim, o Conselho Gestor é uma instância democrática de participação, pois tem representantes de diferentes setores da sociedade envolvidos nas questões ambientais.

ções específicas de pobreza e desigualdade, acabaram vivendo em isolamento geográfico e/ou cultural, tendo pouco acesso às políticas públicas de cunho universal, o que lhes colocou em situação de maior vulnerabilidade socioeconômica, além de serem alvos de discriminação racial, étnica e religiosa.

Nesse contexto, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) tem por objetivo reconhecer formalmente a existência e as especificidades desses segmentos populacionais, garantindo os seus

direitos territoriais, socioeconômicos, ambientais e culturais, sempre respeitando e valorizando suas identidades e instituições.

A SEPPIR, por meio da Secretaria de Políticas para Comunidades Tradicionais (SECOMT), é responsável pela execução da Política voltada a alguns grupos deste segmento: povos e comunidades tradicionais de matriz africana, quilombolas e ciganos.

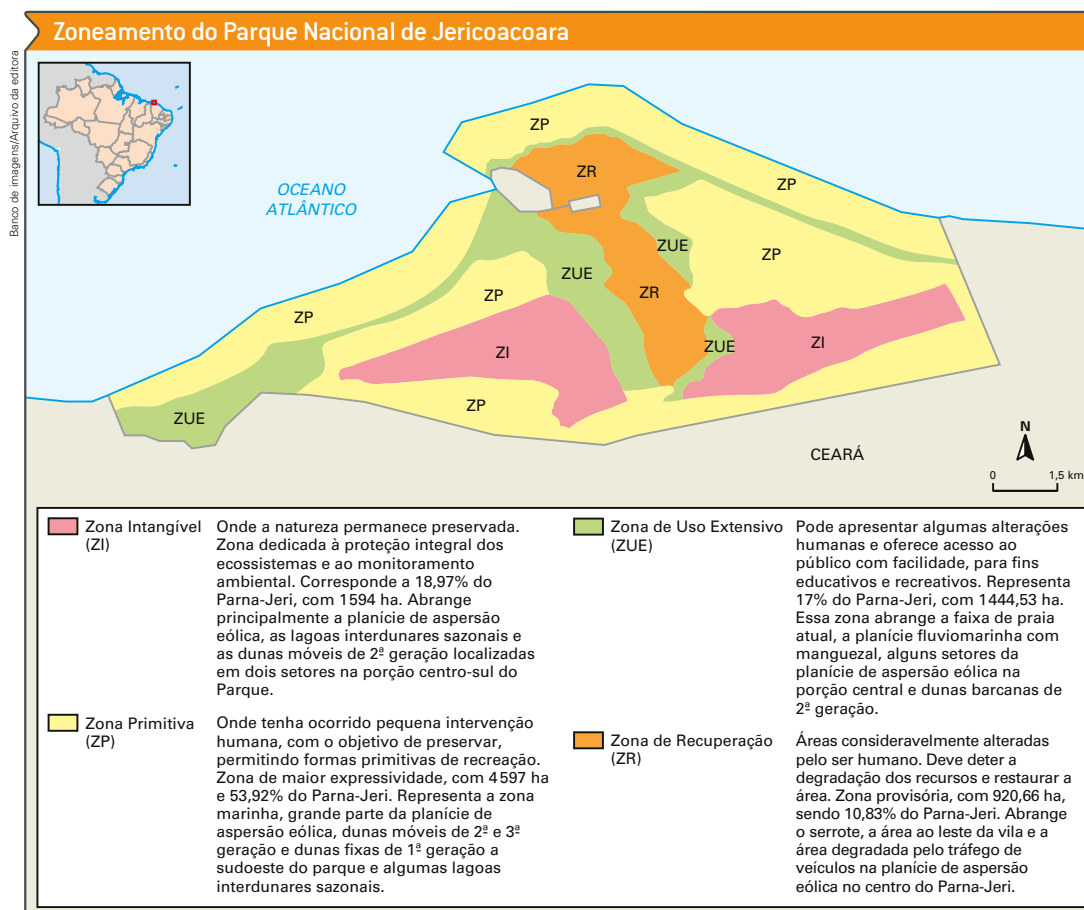
BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos. Secretaria Nacional de Políticas de Promoção de Igualdade Racial. **Comunidades Tradicionais – O que são.** Disponível em: <www.seppir.gov.br/comunidades-tradicionais/o-que-sao-comunidades-tradicionais> (acesso em: 23 out. 2018).

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

5. Veja a reprodução do livro do estudante.

5 O Parque Nacional de Jericoacoara, no município de Jijoca de Jericoacoara (CE), foi criado em fevereiro de 2002, com área de 8 416 hectares, e tem como objetivo proteger ecossistemas costeiros, assegurar a preservação de seus recursos naturais, além de permitir pesquisa científica, educação ambiental e turismo ecológico. Essa é uma das UCs com maior visitação anual no Brasil, devido aos atrativos de praias, dunas e lagoas. A figura abaixo mostra o mapa de zoneamento do Parque Nacional de Jericoacoara, que determina qual atividade é permitida em cada local da UC.



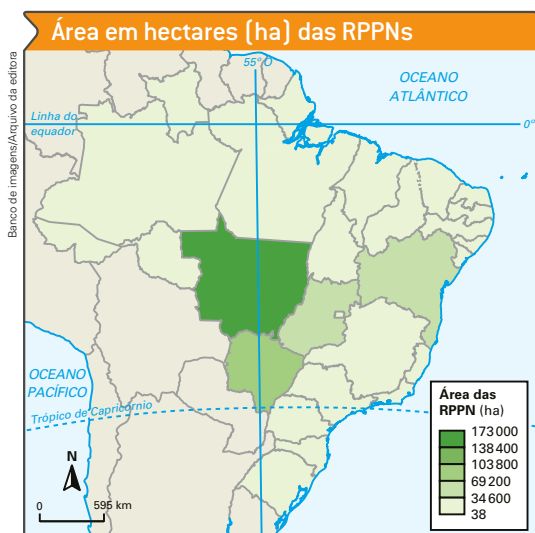
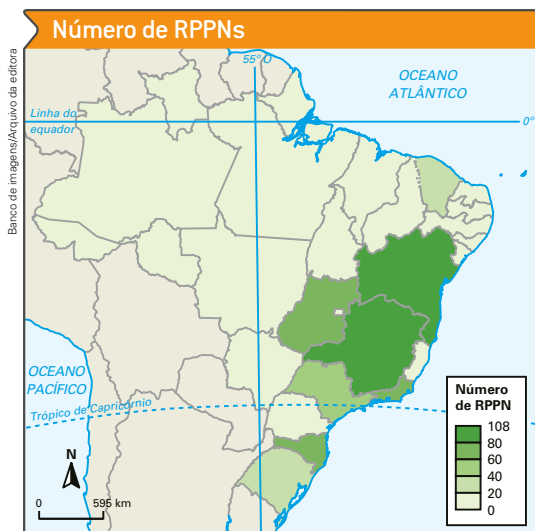
Fonte: ARRUDA, Maira Gomes Cartaxo. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8224/3/Dissertacao%20de%20Maira%20Gomes%20Cartaxo%20de%20Arruda_Mapa1.jpg> (acesso em: 23 ago. 2018).

Responda às questões abaixo, de acordo com as características de cada zona mostrada no mapa:

- Um turista que deseja conhecer as praias e dunas do parque deve visitar quais zonas?
As Zonas Primitiva (ZP) e de Uso Extensivo (ZUE).
- Um biólogo interessado em estudar a biodiversidade do parque nas áreas com menor interferência humana deve trabalhar em qual zona? Na Zona Intangível (ZI).
- Os gestores e os funcionários da Unidade de Conservação que queiram recuperar a vegetação original deverão trabalhar em qual zona? Na Zona de Recuperação (ZR).

SÍNTESE

Os mapas abaixo mostram as RPPNs no Brasil, segundo dados do ICMBio. Depois de os analisar, responda:



- O que são RPPNs e Floresta Nacional? Em que aspectos elas são semelhantes?
- Qual é o estado com maior número de RPPNs e qual tem a maior área protegida por RPPN?

Respostas nas Orientações Didáticas.
O estado com maior número de RPPNs é a Bahia, e com maior área protegida por RPPN é o estado de Mato Grosso.

No estado da Bahia: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga; no estado de Mato Grosso: Amazônia, Pantanal, Cerrado.

- Quais são os biomas que ocorrem nas áreas com maior número e com maior área de RPPNs?
- O que é o Plano de Manejo de uma UC?

Respostas nas Orientações Didáticas.

DESAFIOS

- A tabela abaixo detalha a extensão, em km², da área protegida por UC no Brasil, em fevereiro de 2018, nas categorias Proteção Integral e Uso Sustentável, previstas no SNUC. Com esses dados, faça o que se pede:

CATEGORIA	Nº	ÁREA (km ²)
Proteção Integral		
Parque (Nacional, Estadual, Municipal)	425	363 092
Estação Ecológica	98	121 849
Reserva Biológica	63	56 207
Monumento Natural	50	116 461
Refúgio de Vida Silvestre	62	6 107
Uso Sustentável		
Floresta (Nacional e Estadual)	106	314 044
Reserva Extrativista	94	154 677
Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)	39	112 447
Área de Proteção Ambiental (APA)	326	1 239 435
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	50	936
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	888	5 661
Reserva de Fauna	0	0

Fonte: CNUC/MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80229/CNUC_JUL18%20-%20B_Cat.pdf> (acesso em: 15 nov. 2018).

- Represente em um gráfico de barras a quantidade de cada categoria de UC, em ordem decrescente. Faça um gráfico para as UCs de Proteção Integral e outro para as UCs de Uso Sustentável.
- Qual é a relação da área de UC de Uso Sustentável em relação à de Proteção Integral? Na sua opinião, por que elas são diferentes?

- Pesquise (em livros ou na internet) quais são os parques nacionais e estaduais existentes perto de sua cidade ou em seu estado, e os atrativos que eles possuem para visitação.

Resposta pessoal.

Capítulo 2 • Protegendo paisagens

37

Orientações didáticas

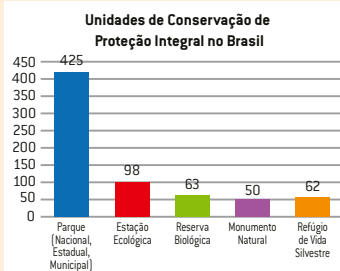
Respostas e comentários das questões

Síntese

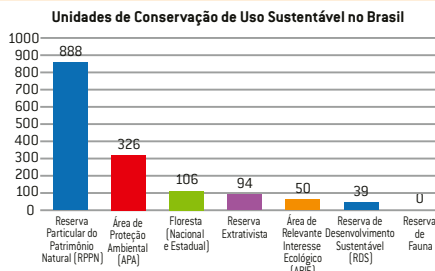
- A RPPN é uma reserva particular gravada com perpetuidade, visando a proteção da diversidade biológica. A Floresta Nacional pertence ao poder público e seu objetivo principal é a exploração sustentável de florestas nativas. A semelhança da RPPN com a Floresta Nacional é que ambas são consideradas Unidades de Conservação de Uso Sustentável.
- c) Veja a reprodução do livro do estudante.
- d) O Plano de Manejo é um documento que contém, em detalhes, todas as informações sobre os recursos naturais da UC: minérios, fauna, flora, além das comunidades que se encontram nela e no seu entorno. O documento também define o zoneamento da UC e como os recursos naturais devem ser protegidos e utilizados de forma sustentável, estabelecendo regras de visitação e funcionamento da UC.

Desafios

1. a)



Banco de imagens/Arquivo da editora



Banco de imagens/Arquivo da editora

- A área de UC de Uso Sustentável é quase o dobro da área da UC de Proteção Integral. Isso ocorre porque muitas categorias de UC de Uso Sustentável, como as APAs e RPPNs, são áreas privadas.

- Verifique no endereço a seguir a lista de Parques Nacionais do Brasil, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente: <http://www.mma.gov.br/publicacoes-mma/category/166-es.html?download=1290:parques-nacionais-do-brasil> (acesso em: 19 nov. 2018).

Orientações
didáticasRespostas e comentários
das questões

Leitura complementar

Na correção das questões, discuta a importância da história desta área protegida – A Reserva Biológica Poço das Antas – com a conservação de espécies ameaçadas, em destaque para o mico-leão-dourado.

1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

A Unidade de Conservação que primeiro protegeu o mico-leão-dourado

A Reserva Biológica Poço das Antas, localizada no Rio de Janeiro, foi a primeira da categoria a ser criada no Brasil, em 1974. Ela tem grande importância para a preservação da biodiversidade da Mata Atlântica por ter mais de 5 mil hectares (o que equivale a mais de 7 mil campos de futebol) de área protegida. Sua grande extensão contribui para a “proteção e preservação” de várias espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, entre elas o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), que só é encontrado na natureza em florestas do estado do Rio de Janeiro.

Para se ter uma ideia da importância dessa Unidade de Conservação, quando ela foi criada, havia somente cerca de 200 micos-leões-dourados vivendo em liberdade na floresta e muita caça e captura ilegais para comércio. Esse é um número bem pequeno para uma espécie se manter na natureza, por isso ela foi considerada criticamente ameaçada de extinção por várias décadas. Ao longo de 40 anos, desde a década de 1970, foram realizados muitos estudos científicos que permitiram conhecer a biologia, o comportamento e a ecologia desses pequenos macacos na Reserva Biológica (Rebio). Alguns micos-leões-dourados que viviam em zoológicos foram trazidos de volta para a floresta da Rebio a fim de se reproduzir com os micos nativos e aumentar a saúde da população, gerando maior variabilidade genética na reserva. Essa variabilidade aumenta

as chances de os animais se adaptarem às mudanças ambientais.

Para aumentar a efetividade da conservação do mico-leão-dourado, novas UCs foram estabelecidas no entorno da Rebio, como a Reserva Biológica União e a Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São João, compreendendo uma ampla área com as florestas de baixada costeira, o *habitat* preferido dos micos.

Além disso, para garantir que essas UCs continuem a proteger os micos e todas as outras espécies de animais e plantas dessa porção de Mata Atlântica, estão sendo feitos desde plantios de mudas para a formação e o enriquecimento de florestas até a formação de corredores verdes. Com isso, espera-se atingir a meta de conservação para 2025, que prevê 25 mil hectares de florestas protegidas na região com cerca de 2 mil micos-leões-dourados vivendo livremente.

O mico-leão-dourado é uma espécie endêmica e ameaçada de extinção encontrada na Reserva Biológica Poço das Antas (RJ), a principal Unidade de Conservação dessa espécie.



Questões

Faça no
caderno.

1 Quais foram as causas da redução de micos-leões-dourados na década de 1970?

A caça e a captura dos micos-leões-dourados para venda ilegal.

2 Quais são as ações possíveis para garantir a conservação do mico-leão-dourado na Rebio Poço das Antas e nas florestas da região?

Aumentar a área de florestas por meio de plantios de mudas, para a formação e o enriquecimento de florestas e a formação de corredores verdes, a fim de que os micos tenham *habitat* protegidos e possam atingir uma população de 2 mil indivíduos em 25 mil hectares de florestas na região, até 2025.



Evolução dos seres vivos



Reinhard Dirscherl/Ullstein bild/Getty Images

Os recifes de corais abrigam peixes, esponjas, algas, entre outras espécies de seres vivos aquáticos, além de várias espécies de corais.

A imagem acima nos dá apenas uma pequena amostra da imensa biodiversidade existente no planeta. Contudo, hoje sabemos que nem sempre a Terra foi repleta de vida. Como já estudamos, essa biodiversidade sofreu alterações ao longo da história geológica do planeta, de tal forma que espécies desapareceram, enquanto outras surgiram. Como podemos explicar o surgimento de espécies ao longo do tempo? Será que uma espécie pode dar origem a outra?

No capítulo anterior estudamos a importância de proteger a biodiversidade. Neste capítulo vamos abordar o que está por trás de sua origem: a evolução dos seres vivos.

Recife de coral no mar Vermelho, Egito, 2016.

Habilidades da BNCC

(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.

(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender as ideias do fixismo.
- Compreender as ideias do transformismo.
- Compreender a relação entre a adaptação dos seres vivos ao ambiente com sua evolução.
- Aplicar as duas leis de Lamarck para explicar a evolução dos seres vivos.
- Reconhecer como as observações de Darwin durante a viagem no *HMS Beagle* influenciaram no fundamento de suas ideias evolucionistas.
- Relacionar os fósseis com a ideia da evolução.
- Reconhecer o papel dos tentilhões de Galápagos na fundamentação da teoria da seleção natural de Darwin.
- Aplicar o fundamento da teoria de Darwin sobre a evolução dos seres vivos por seleção natural.
- Compreender os conceitos de camuflagem e mimetismo e sua relação com a seleção natural.

Objeto de conhecimento

- Ideias evolucionistas.

Problematização/Conhecimentos prévios

Para iniciar o estudo deste tema, solicite aos estudantes que observem a imagem da página de abertura e que identifiquem quantas espécies estão presentes e a que grupos pertencem. Comente que os recifes de corais são ecossistemas extremamente biodiversos. Mencione que, ao longo da história da vida na Terra, algumas espécies se extinguíram e outras surgiram, levando à imensa biodiversidade que podemos observar atualmente.

Em seguida, prossiga a conversa perguntando: “O que explica tamanha biodiversidade no planeta?”; “Como ela muda ao longo do tempo e no espaço?”; “Quais evidências existem que corroboram as supostas mudanças sofridas pelos seres vivos?”, etc. Nesse momento, anote as ideias no quadro de giz e peça aos estudantes que as registrem no caderno, para posterior revisão ao final deste capítulo.

I Neste capítulo

A biodiversidade, atual e extinta, é explicada por meio de processos evolutivos. Entre eles, a seleção natural proposta por Darwin é o mecanismo mais reconhecido pela comunidade científica atualmente. No entanto, as ideias sobre evolução começaram com outros estudiosos, como Lamarck. É preciso auxiliar os estudantes a comparar essas duas teorias e levá-los a compreender por que a teoria de Darwin é a mais aceita atualmente.

Ao longo de sua abordagem, cite exemplos de situações cotidianas que contribuam para esse entendimento, como a seleção de bactérias resistentes a antibióticos.

Enfatize que as ideias fixistas têm importância histórica, pois eram a visão predominante no século XVIII e constituíram bases importantes para algumas teorias científicas.

Se julgar necessário, explique que o termo criacionismo é atribuído à crença religiosa comentada no box *Um pouco mais*.

Chame a atenção da turma para o fato de que, nesta obra, iremos guiar o estudo da evolução das espécies com base em trabalhos científicos, ou seja, não vinculados à religião. Entretanto, é importante frisar que as escolhas e crenças pessoais dos estudantes devem ser respeitadas e acolhidas.

Material genético: substância composta de DNA (ácido desoxirribonucleico), que possui as informações hereditárias que serão transmitidas, no processo reprodutivo, aos descendentes.

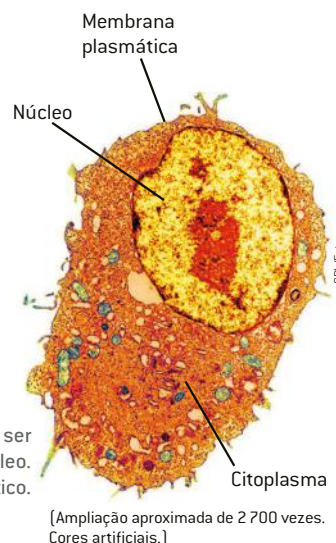
» Como as características são herdadas?

É muito comum identificarmos características físicas semelhantes entre pais e filhos.

Isso acontece porque cada ser vivo apresenta em suas células algumas informações que, em função da interação com o ambiente, determinam as suas características. Essas informações estão no **material genético** do indivíduo e são responsáveis pelas características consideradas hereditárias, ou seja, que podem ser passadas aos descendentes.

Sempre houve tentativas de explicar por que existem tantos seres diferentes na Terra. Nem todas essas explicações, porém, podem ser consideradas teorias científicas, assim como nem todas levaram em conta o fato de que as espécies evoluem ao longo do tempo. A seguir, vamos conhecer algumas dessas explicações.

Fotomicrografia de células de um animal na qual podem ser observados a membrana plasmática, o citoplasma e o núcleo. No interior do núcleo, encontra-se o material genético.



» O fixismo

A ideia de que as espécies foram criadas tal como são e não mudam nem mudarão ao longo do tempo é conhecida como **fixismo**.

Até meados do século XVIII, o fixismo foi amplamente aceito. No entanto, foi contestado por alguns estudiosos, como: George Louis Leclerc (1707-1788), o conde de Buffon, e Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829).

UM POUCO MAIS

A crença na criação

A visão fixista foi também compartilhada por muitas das crenças que têm como princípio o monoteísmo: um Deus que criou todos os seres existentes na Terra. Essa explicação para a origem dos seres vivos está nos livros sagrados de diversas religiões, como na Bíblia (livro sagrado do cristianismo), na Torá (livro sagrado do judaísmo) e no Alcorão (livro sagrado do islamismo).



Além de estar em livros sagrados, a explicação de que a vida se originou por meio da criação divina está presente em obras artísticas. A pintura *A criação de Adão*, de 1510, feita no teto da Capela Sistina por Michelangelo (1475-1564), ilustra a criação do primeiro homem por Deus.

Texto complementar

Lamarck postula suas quatro leis no livro *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, publicado em 1815 em Paris, na França. Aqui apresentamos uma síntese dessas leis, caso deseje desenvolver alguma atividade que explore o pensamento lamarckista de forma mais aprofundada.

As quatro leis de Lamarck

1ª lei – As espécies surgem de seres mais simples e, ao longo do tempo, tendem a ficar mais complexas.

2ª lei – As mudanças das espécies estão condicionadas às necessidades impostas pelo ambiente. Desse modo, os órgãos dos indivíduos desenvolvem-se de acordo com as condições encontradas na natureza.

3ª lei – A necessidade imposta pelo ambiente faz com que cada órgão se desenvolva de acordo com seu uso. Se o uso de um órgão for frequente, ele se desenvolve. Caso o uso seja reduzido (desuso), o órgão tende a diminuir (atrofiar) e

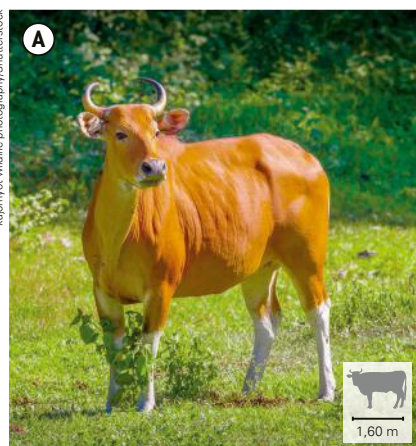
➤ O transformismo de Lamarck

No final do século XVIII e início do século XIX alguns naturalistas – entre eles o francês Jean-Baptiste de Lamarck – apresentaram a ideia de que as espécies poderiam se modificar ao longo do tempo, a ponto de se transformarem em outras espécies. Essa explicação para a modificação das espécies é conhecida como **transformismo** (ou **evolucionismo**).

Para Lamarck, o aparecimento de novas características aconteceria em função das necessidades impostas pelo ambiente em que o ser vivo está e, consequentemente, pelo uso mais frequente de alguns órgãos em detrimento de outros. Portanto, as mudanças apareceriam de acordo com o uso e o desuso dos órgãos, e essas alterações seriam passadas aos descendentes.

Com base nessas premissas, Lamarck procurou explicar como os seres vivos se formavam, se desenvolviam, se reproduziam e se transformavam, por meio do que ficou conhecido como as **leis de Lamarck**, duas das quais são apresentadas a seguir:

- **Lei do uso e desuso** – As necessidades impostas pelo ambiente levam os organismos a mudar seus hábitos, e essas mudanças alteram os padrões de uso e desuso dos órgãos. Se o uso de um órgão for frequente, ele tende a se desenvolver cada vez mais. Por outro lado, o órgão tende a diminuir (atrofiar) e até a desaparecer quando seu uso for reduzido (desuso).
- **Lei da herança dos caracteres adquiridos** – Somente as alterações provocadas pela adaptação ao ambiente são passadas para os descendentes, transformando, assim, as espécies. As mudanças provocadas por acidentes ou amputações não são transmitidas às gerações seguintes.



Para Lamarck, a necessidade de se proteger no ambiente teria feito com que bois (A) e vacas, ao longo de sua história evolutiva, desenvolvessem chifres (alteração do padrão por uso). Por sua vez, em sua própria história evolutiva, as pernas das serpentes (B) poderiam ter se atrofiado, até desaparecerem, devido à falta de uso (alteração do padrão por desuso).

Na época em que Lamarck defendia sua concepção de evolução para os seres vivos, embora muitos naturalistas aceitassem a ideia da herança de características adquiridas, seus conceitos foram muito debatidos, pois ainda havia aqueles que não reconheciam as evidências que confirmavam a evolução.

Atualmente, as explicações evolutivas de Lamarck não são mais aceitas pelos cientistas. Entretanto, é importante ressaltar que suas ideias, contrárias ao fixismo das espécies, foram fundamentais para as discussões que as sucederam.

Orientações didáticas

Sugerimos que apresente as ideias de Lamarck diferenciando o evolucionismo de fixismo. Comente que, Lamarck propôs quatro leis, no entanto, somente duas delas são tradicionalmente mencionadas em livros didáticos, são elas:

- 1ª lei – Lei do uso e desuso.
- 2ª lei – Lei da transmissão dos caracteres adquiridos.

Caso considere interessante, apresente as quatro leis – presentes no *Texto complementar*, demonstrando como evoluiu o encadeamento das ideias de Lamarck. Pontue como a necessidade de mudanças imposta pelo ambiente influenciou suas ideias evolucionistas.

É importante enfatizar que as ideias de Lamarck de transformação dos organismos eram pautadas na necessidade imposta pelo ambiente. Realize um debate com os estudantes, buscando apontar os problemas de interpretação de Lamarck quanto a essa premissa. Você pode utilizar estudos de caso ou situações cotidianas. Entretanto, ao longo desta abordagem, é importante enfatizar o mérito de Lamarck em considerar as transformações das espécies ao longo do tempo, valorizando-o como um dos primeiros pensadores evolucionistas.

até a desaparecer. Essa lei também é conhecida como Lei do uso e desuso.

4ª lei – Somente as alterações provocadas pela adaptação ao ambiente são passadas para os descendentes, transformando, assim, as espécies. As mudanças provocadas por acidentes ou amputações não são transmitidas às gerações seguintes.



No Material Digital do Professor você encontrará o **audiovisual “As ideias evolucionistas de Lamarck, Darwin e Wallace”**, que poderá ser aplicado após o estudo deste tema.

Orientações didáticas

Sobre a viagem de Darwin a bordo do *Beagle*, um dos comentários que podem ser feitos é a respeito de algumas de suas observações quando da passagem pelo Brasil.

Em 28 de fevereiro de 1832, Darwin chega a Salvador. Em suas palavras, a descrição do seu prazer em estar em uma floresta tropical: “Delícia é um termo muito fraco para traduzir o prazer que se sente. Caminhando na floresta brasileira é difícil dizer qual o objeto que mais atrai nossa atenção: a vegetação luxuriante, a elegância das relvas, a novidade das plantas parasitas, a beleza das flores, o verde brilhante da folhagem, todos nos prendem igualmente”. (DESMOND, Adrian; MOORE, James. *Darwin: a vida de um evolucionista atormentado*. São Paulo: Geração Editorial, 2007).

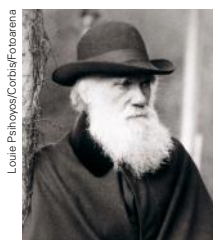
Outro fato importante a se ressaltar é que Darwin ficou indignado com a escravidão, que seria abolida no Reino Unido no ano seguinte.

A teoria da seleção natural de Darwin

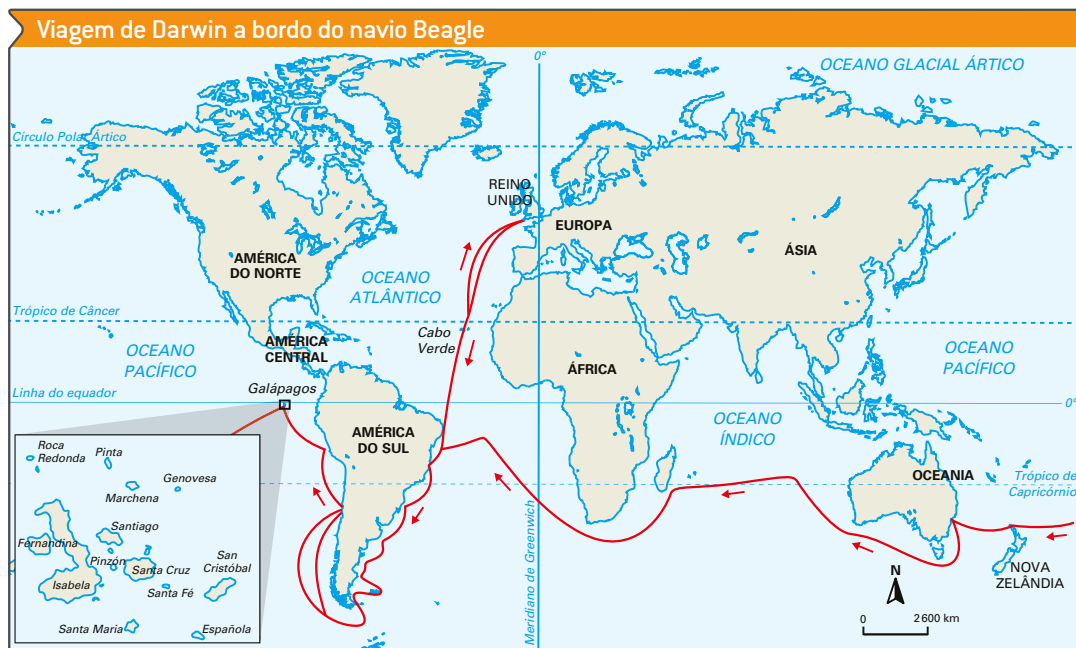
Em 1859, o pesquisador inglês Charles Darwin (1809-1882) publicou o livro *A origem das espécies*, no qual propunha uma nova teoria para explicar a evolução dos seres vivos.

Anos antes da publicação de seu livro, em 1831, Darwin, com 22 anos na época, participou de uma expedição pelo mundo afora. Durante a viagem, coletou dados que serviram de base para o desenvolvimento de sua teoria – uma proposta para explicar as mudanças que ocorrem nas espécies ao longo do tempo.

O termo evolução (do latim *evolutione* = ‘ação de desenrolar’), como o usamos hoje, refere-se a mudanças nas espécies ao longo do tempo. Até meados do século XIX, evolução significava apenas o desenvolvimento do organismo, desde sua concepção até a fase adulta.



Charles Darwin viajou pelo mundo por cinco anos (1831-1836) a bordo do navio conhecido como *Beagle*.

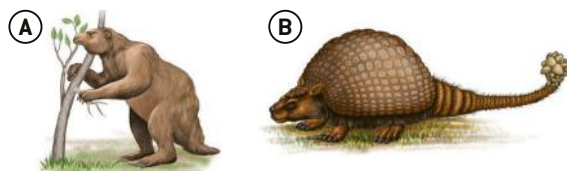


Elaborado com base em: CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS. Disponível em: <<http://chc.org.br/darwin-e-a-volta-ao-mundo-pelo-beagle/>> (acesso em: 24 ago. 2018).

Rota da viagem de Darwin a bordo do navio HMS *Beagle*. Entre outros lugares, Darwin esteve no Brasil (em Salvador, no Rio de Janeiro, em Recife, em Fernando de Noronha e em Abrolhos), onde entrou em contato com uma grande diversidade de espécies animais e vegetais.

Durante sua viagem, Darwin coletou fósseis de animais como o tatu-gigante (*Glyptodon*) e a preguiça-gigante (*Megatherium*), que foram extintos por volta de 10 mil anos atrás e chegavam a medir 6 m de comprimento.

Representação de uma preguiça-gigante (A), que tinha, aproximadamente, a altura de uma casa térrea, e de um tatu-gigante (B), que tinha, aproximadamente, a altura de um carro pequeno.



[Os elementos não estão em proporção de tamanho entre si. Cores fantasia.]

Paulo Cesar Pereira / Arquivo da editora

42

Texto complementar

O elo perdido tropical

[...] “Para Darwin, a viagem do *Beagle* foi menos importante pelos espécimes coletados do que pela experiência de testemunhar os horrores da escravidão no Brasil. De certa forma, ele escolheu focar na descendência comum do homem justamente para mostrar que todas as raças eram iguais e, dessa forma, enfim, objetar àqueles que insistiam em chamar os negros de espécies diferentes e inferiores aos brancos”, explica

o biólogo Adrian Desmond, da *University College London*, que, ao lado de James Moore, acaba de lançar *Darwin’s sacred cause: race, slavery and the quest for human origins*, um estudo que mostra uma inusitada paixão abolicionista do cientista, revelada a partir da redescoberta de diários e cartas pessoais. “A grande revelação desses escritos é que a maior parte das pesquisas de Darwin, por muitos anos, foi sobre raça. Para ele, não havia diferença entre ‘raça’ e ‘espécie’ e sua pesquisa sobre a origem das espécies é também sobre a origem das raças, incluindo-se os humanos. A extensão de seu interesse explícito

Darwin notou muitas semelhanças entre esses fósseis e os tatus e as preguiças atuais, apesar das diferenças de tamanho. Essas observações o levaram a acreditar que as espécies se modificavam ao longo do tempo. Ele imaginou que, provavelmente, as preguiças e os tatus atuais deveriam ter algum parentesco com seus semelhantes gigantes já extintos.

Em Galápagos, um conjunto de ilhas a 1 300 km da América do Sul (veja o mapa da página anterior), Darwin observou que as ilhas eram habitadas por **tentilhões**, aves muito diferentes entre si, mas naquele momento ele não deu muita importância.

Foi somente ao voltar à Inglaterra, quando o especialista em aves John Gould explicou a Darwin que todas elas eram do mesmo gênero, que a situação dos tentilhões ficou clara para ele. Essas espécies, apesar de aparentadas, apresentavam bicos com diferentes formatos, dependendo da ilha em que se encontravam.

Darwin sugeriu que cada tipo de bico era adaptado ao tipo de alimento disponível em cada ilha. Para ele, o fato de cada espécie habitar somente uma ou poucas ilhas significava que as espécies estariam adaptadas às condições específicas do ambiente em que viviam.



Fonte: OSTENTILHÕES das Galápagos. Disponível em: <www.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/darwin/tentilhoes.html> (acesso em: 12 jul. 2018).

Darwin desenvolveu sua teoria sobre a evolução das espécies ao trabalhar na classificação do material coletado na expedição. A leitura do livro *Ensaio sobre o princípio da população*, escrito pelo reverendo Thomas Malthus (1766-1834), o ajudou em suas pesquisas. Malthus afirmava que as populações tendem a crescer muito mais rapidamente que o suprimento de alimentos. Darwin concluiu que a falta de alimentos levava à competição. Dessa maneira, sobreviveriam somente os indivíduos mais capazes de obter o alimento e deixar mais descendentes. Esse foi um dos pontos principais para a criação da teoria de Darwin, conhecida como **teoria da evolução por meio da seleção natural** ou **teoria da seleção natural**.

Orientações didáticas

Ao abordar a seleção natural com os estudantes, é necessário evitar retratar o processo apenas como eliminador, levando à morte de grandes parcelas da população. A importância da variabilidade, ao originar características que podem se configurar como adaptações, gerada ao longo de grandes intervalos de tempo, também deve ser enfatizada.

O clássico caso dos tentilhões de Darwin é explicado no livro do estudante. Sugerimos que o utilize como exemplo para a explicação sobre seleção natural. Comente que os diferentes formatos de bico podem ser entendidos como adaptações às diferentes dietas alimentares. O objetivo é que os estudantes entendam que a variação do tamanho de bicos é natural nas populações de tentilhões e que uma pressão externa, a disponibilidade de alimento, levou ao aumento da frequência de um determinado tipo de bico em cada local.



No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática "A explicação evolutiva das adaptações"**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

no combate à ciência de cunho racista é surpreendente, e pudemos detectar um ímpeto moral por trás de seu trabalho sobre a evolução humana, uma crença numa 'irmandade' racial que tinha raízes em seu ódio ao escravismo que o levou, junto com outros fatores, a pensar numa descendência comum. Sua ciência não era 'neutra', como se acreditava, mas impulsionada por paixão moral e preocupações humanitárias", observa.

[...] "Em função de sua herança antiescravista e por causa de sua experiência com a escravidão brasileira, Darwin, ao

voltar à Europa, em 1836, concebeu a imagem do ancestral comum. Seus cadernos de notas entre 1837 e 1838 mostram seu pensamento se movendo cada vez em direção a uma irmandade racial, ideias que ele desenvolveu num tempo em que havia grande euforia abolicionista", analisa Desmond.

[...]

HAAG, Carlos. O elo perdido tropical. *Revista Pesquisa Fapesp*, maio 2009. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2009/05/01/o-elo-perdido-tropical/>> (acesso em: 24 out. 2018).

Orientações didáticas

Dê continuidade à explicação sobre a teoria da evolução por meio da seleção natural, enfatizando como as adaptações geralmente demoram algumas gerações até se estabelecer em uma população e em uma espécie.

Com base no texto do boxe *Um pouco mais*, relembre como os fósseis são formados e a importância que representam para os estudos evolucionistas.

Na sequência, desenvolva com os estudantes o conteúdo do tópico “Em que diferiam as teorias de Lamarck e de Darwin?”. É imprescindível que eles sejam capazes de compreender as características do pensamento lamarckista e do darwinista, identificando as semelhanças e as diferenças entre eles.

Por fim, caso considere pertinente, solicite aos estudantes que realizem a atividade complementar a seguir, sobre a viagem de Darwin a bordo do *HMS Beagle*.

Atividade complementar

Diário fictício da viagem de Darwin

Sugerimos o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar com Geografia, História e Língua Portuguesa, fazendo uma reconstituição da rota da viagem de Charles Darwin no navio *Beagle* ao redor do mundo (1831-1836).

Na atividade, os estudantes, com posse de um roteiro da viagem [listado a seguir] e trabalhando em grupos, farão uma descrição dos locais que foram visitados por Darwin em termos de biomas mundiais (estudados no Volume 7, capítulo 5) e brasileiros (estudados no volume 7, capítulos 6 a 8). Por exemplo, ao aportar na cidade de Salvador, Darwin se deparou com a Mata Atlântica. Os estudantes, então, devem descrever como é esse bioma em termos de vegetação e fauna característicos. A disciplina de Geografia pode ser trabalhada ao serem acrescentados dados sobre relevo, solo e clima da região e das principais cidades visitadas

por Darwin. No momento das descrições dessas cidades no século XIX, a contribuição da disciplina de História pode proporcionar um trabalho ainda mais integrado e aprofundado.

A forma de exposição desse trabalho para a comunidade escolar pode ser por meio de um *blog* da “Viagem de Darwin”. Os estudantes podem escrever simulando a perspectiva de Darwin, na 1ª pessoa, em formato de um diário de bordo. Esse momento da atividade pode ser realizado em conjunto com a disciplina de Língua Portuguesa.

Quando os indivíduos de uma espécie se reproduzem de forma sexuada, os filhos são muito semelhantes aos pais, mas nunca iguais a eles, ou seja, ocorrem variações. Ao longo de grandes intervalos de tempo, podem se originar adaptações, devido ao lento acúmulo de variações, geração após geração.

Indivíduos adaptados ao ambiente são aqueles que, em dado momento da história evolutiva, conseguem encontrar mais alimentos, cuidar melhor da prole, fugir com mais eficiência de predadores. Dessa forma, esses indivíduos são selecionados naturalmente pelo ambiente, e a tendência é a de que eles também tenham sucesso em se reproduzir, transmitindo suas características vantajosas às gerações seguintes. Depois de muitas gerações, as várias modificações podem se acumular e até formar uma nova espécie, diferente da inicial.

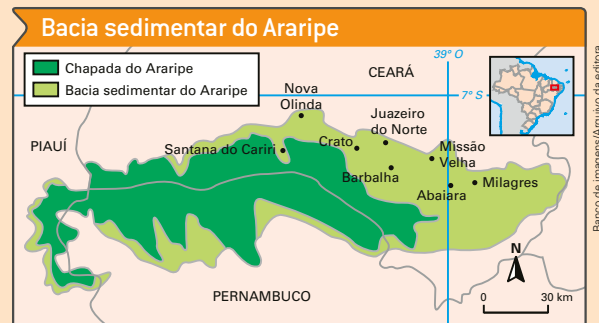
Apesar de Darwin utilizar a teoria da seleção natural para explicar a origem de novas adaptações, na época de sua formulação ele não conseguiu sustentar suas explicações. Porém, com o avanço da Ciência e do conhecimento sobre o material genético, por volta da metade do século XX, esse mecanismo da formação de novas espécies começou a ser mais bem compreendido e explicado, como veremos no próximo capítulo.

UM POUCO MAIS

Fósseis no Brasil

Como foi estudado no 6º ano, um fóssil (do latim *fossile* = ‘escavado’, ‘tirado da terra’) é qualquer vestígio (pegada, toca, esterco petrificado) ou restos de seres vivos que foram, de certa forma, preservados ao longo do tempo. Os fósseis são evidências muito importantes para auxiliarem na reconstituição dos ambientes do passado.

No Brasil, a bacia do Araripe, situada na divisa entre os estados do Ceará, de Pernambuco e do Piauí, é reconhecida internacionalmente como um dos mais completos e ricos depósitos de fósseis do planeta. Nela, há sementes, frutos, insetos, anfíbios, répteis e dinossauros preservados em rochas, datados de centenas de milhões de anos.



Em que diferiam as teorias de Lamarck e de Darwin?

Lamarck e Darwin sugeriam que as espécies poderiam se transformar ao longo do tempo e originar novas espécies. No entanto, as teorias de ambos diferiam principalmente na forma como as transformações das espécies surgiam. Para Lamarck, as transformações eram dirigidas e direcionadas para atender a determinada finalidade em função de uma necessidade imposta pelo ambiente. Darwin, por outro lado, sugeria que as populações já teriam variações individuais e que estas seriam selecionadas naturalmente pelo ambiente, favorecendo as mais vantajosas e, assim, gradualmente, as espécies iriam se transformando. Não haveria, portanto, uma transformação dirigida.

Roteiro de Darwin: Em 27/12/1831 o *Beagle* zarpou da Inglaterra, fazendo sua primeira parada nas Ilhas de Cabo Verde (16/1/1832), depois em Fernando de Noronha (20/2/1832), Brasil [chegou em Salvador no dia 29/2/1832]. Em seguida, navegou até a Argentina [Buenos Aires, Tierra del Fuego], Uruguai (Montevideu), Chile, Peru, Ilhas Galápagos, Tahiti, Nova Zelândia, Austrália, Tasmânia, Ilhas Cocos, Ilhas Maurício, Cidade do Cabo, Santa Helena e Ilhas dos Açores, retornado, por fim, à Inglaterra (2/10/1836).

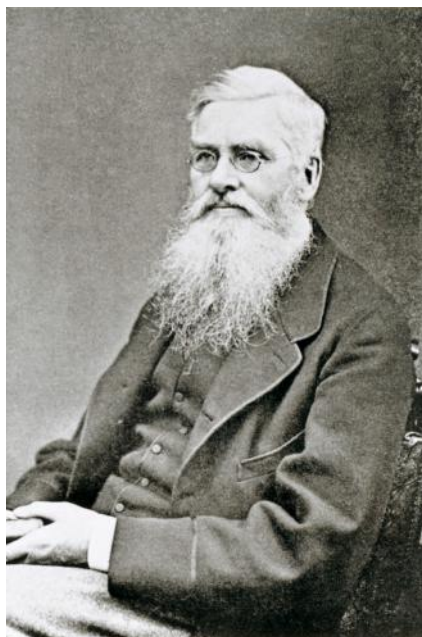
Wallace e a seleção natural

De forma independente, Alfred Russel **Wallace** (1823-1913), outro naturalista britânico, chegou às mesmas conclusões que Darwin sobre a seleção natural.

Em artigo publicado em 1858, Wallace defendia a ideia de que a seleção natural era o mecanismo pelo qual as espécies evoluíam. No mesmo ano, ambos apresentaram suas teorias em uma reunião científica, em Londres. Wallace reconheceu a prioridade de Darwin pela teoria, pois ela trazia outras contribuições, além da ideia de seleção natural.

Atualmente, a proposta da teoria da seleção natural é atribuída tanto a Wallace quanto a Darwin.

Retrato de Alfred Russel Wallace. Ele considerava que a variedade na natureza era devida à "sobrevivência do mais forte" (uma frase que ele inventou) e enviou um documento delineando suas ideias para Charles Darwin em 1858. Darwin estava trabalhando na mesma teoria e publicaram seus artigos em conjunto; isso formou a base da *Origem das Espécies* de Darwin.



SPL/Fotobarena

EM PRATOS LIMPOS

O ser humano descende do macaco?

Talvez você já tenha deparado com comentários de que Darwin teria afirmado que o ser humano é descendente do macaco. Mas o que se sabe é que esse cientista nunca fez essa afirmação. O que Darwin propôs, de fato, é que macacos e seres humanos apresentam um **ancestral recente comum**, que coloca tanto os macacos como os seres humanos no grupo dos primatas.

Apesar do atual conhecimento científico, falar sobre nosso parentesco com os macacos ainda gera polêmica, pois para muitas pessoas parece ofensivo dizer que somos aparentados com esses animais. Alguns consideram que o ser humano é único e especial e, portanto, só poderia ter sido criado por uma entidade divina.

De qualquer forma, do ponto de vista científico, a espécie humana faz parte do grupo dos primatas. Veja no quadro ao lado a classificação do ser humano.

De acordo com o pensamento evolucionista atual, macacos e seres humanos tiveram um ancestral comum, a partir do qual evoluíram independentemente. Evidências científicas apontam que o grupo dos chimpanzés é o mais aparentado com os seres humanos. Embora existam divergências sobre o período em que seres humanos e chimpanzés tenham se separado em seu caminho evolutivo, é possível que isso tenha ocorrido há cerca de 6 milhões de anos.

Reino	Metazoa
Filo	Cordados
Subfilo	Craniados
Classe	Mamíferos
Ordem	Primatas
Família	Hominídeos
Gênero	<i>Homo</i>
Espécie	<i>Homo sapiens</i>

Orientações didáticas

Comente com os estudantes sobre o fato de que Darwin demorou para tornar suas ideias públicas. Seu livro *A origem das espécies* só foi publicado em 1859, após indícios de que a teoria da evolução por seleção natural seria divulgada por outro naturalista britânico, Alfred Russel Wallace (1823-1913). Wallace chegou às mesmas conclusões de Darwin sobre a evolução dos seres vivos. Entretanto, as ideias de Darwin traziam mais contribuições, além do processo de seleção natural, para explicar as adaptações dos seres vivos, o que lhe conferiu prioridade sobre a teoria.

Vale dizer também que o primeiro manuscrito de Darwin sobre a seleção natural é de 1842, e o segundo de 1844. Apesar de não os ter publicado em livro, os manuscritos atestam que suas ideias sobre seleção natural foram concebidas anteriormente ao artigo de Wallace, datado de 1858.

Então, comente o conteúdo do boxe *Em pratos limpos*, que trata do mito de que os seres humanos descenderiam do macaco. Certifique-se de que os estudantes compreendam que seres humanos e macacos compartilharam um ancestral comum, a partir do qual evoluíram independentemente. Se necessário, apresente e analise coletivamente a árvore filogenética dos primatas, a fim de facilitar essa compreensão.

No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática "Jogo da seleção natural"**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Indicações de leitura

- DARWIN, C. **O Beagle na América do Sul**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- DESMOND, A.; MOORE, J. **Darwin: a vida de um evolucionista atormentado**. São Paulo: Geração Editorial, 2007.

Indicações de sites [acesso em: 19 out. 2018]

Para saber mais informações sobre a biografia de Alfred Russel Wallace, acesse:

- <<http://chc.org.br/alfred-wallace-o-outro-pai-da-evolucao/>>.
- <www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb_b_alfred_russel_wallace.htm>.

Orientações didáticas

Comente com os estudantes a existência de diversas características que podem contribuir para a sobrevivência de determinados seres vivos nos ambientes. Destaque o caso da camuflagem e, se possível, apresente outros exemplos, além dos citados no livro do estudante.

Para saber mais sobre a relação entre seleção natural e adaptação, sugerimos a leitura do texto complementar a seguir.

Indicações de sites

(acesso em: 20 out. 2018)

Para tornar a explicação sobre alguns dos padrões de adaptação encontrados nos seres vivos mais visual e concreta para os estudantes, acesse:

- Exemplos de camuflagens e comportamentos que imitam, por exemplo, a morte. Disponível em: <<http://chc.org.br/bichos-fingidos/>>.
- Espécie de lagartixa que mimetiza o comportamento de um escorpião para afastar predadores. Disponível em: <<http://chc.org.br/lagartixa-em-pele-de-escorpiao/>>.
- Estudo estadunidense em busca de tecnologias que desenvolvam a camuflagem artificial, a exemplo da encontrada em polvos. Disponível em: <<http://chc.org.br/camuflagem-artificial/>>.
- Praticando a seleção natural. Experimento que simula como a seleção natural acontece e o que pode interferir nesse processo. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/praticando-a-selecao-natural/279>>.

Alguns tipos de adaptação dos seres vivos

A seleção natural age o tempo todo sobre os seres vivos. Dentro das populações, os indivíduos apresentam variações que podem conferir-lhes vantagens ou desvantagens em um determinado ambiente. Com isso, no decorrer do tempo, sobrevivem os indivíduos adaptados às condições ambientais daquele momento.

Na luta pela sobrevivência é muito importante tanto a defesa contra os predadores quanto a obtenção do próprio alimento. Nesse sentido, existem duas formas de adaptação que valem ser destacadas: a **camuflagem** e o **mimetismo**.

Camuflagem

Animais que apresentam camuflagem têm características corporais que os tornam parecidos com o ambiente onde vivem, na cor ou no aspecto. Dessa forma, eles conseguem se esconder de possíveis predadores e presas.

Há evidências de que os animais que conseguem se camuflar são menos predados e, portanto, vivem por mais tempo. Dessa forma, eles conseguem chegar à vida adulta e se reproduzir, aumentando suas chances de deixar mais descendentes.



O corpo longo e estreito do bicho-pau (*Phibalosoma phyllinum*) fornece-lhe uma camuflagem extremamente eficiente para passar despercebido por seus predadores, como as aves e os répteis. Note que esse animal se parece muito com os galhos de uma árvore.



O urutau ou mãe-da-lua (*Nyctibius griseus*), durante o dia, repousa sobre troncos de árvores e apresenta uma plumagem que lhe permite se camuflar no ambiente.

Mimetismo

O mimetismo (do latim *mimere* = 'imitar') é um tipo de adaptação em que um organismo apresenta características que o deixam parecido com um indivíduo de uma espécie diferente da sua. Essa imitação pode ser em relação à cor, à forma do corpo e até ao comportamento e ajuda os organismos a despistarem predadores.

Há diferentes tipos de mimetismo. Em um deles, apenas um dos organismos envolvido se beneficia. Isso acontece, por exemplo, quando um ser inofensivo imita um ser perigoso, como no caso das serpentes falsas-corais (não venenosas), que têm uma relação de mimetismo com as corais-verdadeiras (venenosas).

Outro tipo de mimetismo ocorre quando duas ou mais espécies diferentes se assemelham na aparência e apresentam outra característica comum. Por exemplo, borboletas de espécies diferentes apresentam aparência muito semelhante e gosto desagradável para predadores. Nesse caso, as espécies se beneficiam com a característica que afugenta os predadores, já que cada uma delas ganha proteção devido à similaridade com a outra.

Leia também!

Dois pais de uma teoria.

Disponível em: <<http://chc.org.br/dois-pais-de-uma-teoria/>> [acesso em: 24 ago. 2018].

Esse artigo apresenta a abordagem sobre a teoria da evolução e sua criação, concebida por Charles Darwin e Alfred Wallace.

Orientações didáticas

Nesta página, dedique-se a apresentar as adaptações do tipo "mimetismo" e analise com os estudantes o exemplo clássico da coral-verdadeira e da falsa-coral.

Caso considere pertinente, solicite a eles que, em grupos de 4 ou 5 estudantes, elaborem cartazes com outros exemplos de camuflagem e mimetismo, além daqueles citados no livro do estudante. Saliente que os cartazes devem conter as vantagens adaptativas das características dos seres vivos mencionados.



Na fotografia A, vemos uma coral-verdadeira (*Micrurus lemniscatus*), que apresenta coloração chamativa, alertando seus predadores de que ela tem veneno. Na fotografia B, vemos a falsa-coral (*Erythrolamprus aesculapii*), que também apresenta um padrão de cores muito chamativo, parecido com o da coral-verdadeira. Com isso, seus predadores naturais aprendem a evitá-la pela similaridade com a coral-verdadeira.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

- As ideias fixistas e transformistas.
- A relação entre a adaptação dos seres vivos ao ambiente e sua evolução.
- Duas das leis de Lamarck para explicar a evolução dos seres vivos.
- A influência das observações de Darwin durante a viagem no HMS Beagle para fundamentar suas ideias evolucionistas.
- A relação dos fósseis com a ideia da evolução.
- As bases para a fundamentação da teoria da seleção natural de Darwin.
- Os conceitos de camuflagem e mimetismo e sua relação com a seleção natural.

Indicações de leitura

Ainda sobre seleção natural e adaptação, sugerimos a consulta ao livro a seguir:

- BIZZO, N. **Do telhado das Américas à teoria da evolução**. São Paulo: Odysseus, 2003. O artigo trata sobre Darwin e como ele era um excelente explorador.

Respostas e comentários
das questões

Pense e resolva

- Entre as características, os estudantes poderão mencionar a cor do cabelo, os formatos do nariz, dos lábios, do rosto, etc. Espere-se que os estudantes concluam que algumas características são comuns a todos os seres humanos, como a forma e as partes do corpo; outras características são variáveis, como a cor da pele, a cor do olho, o formato do rosto, etc. Além disso, espera-se que eles percebam que, em famílias em que esses padrões encontrados são mais similares entre os pais, a tendência é que os filhos também os apresentem em maior escala.
- Veja reprodução do livro do estudante.
- Sugestão: As espécies tendem a se modificar e aumentar sua complexidade; os órgãos modificam-se em função da necessidade gerada pelo ambiente; o uso e o desuso dos órgãos os desenvolvem ou os atrofiam, respectivamente; as características adquiridas são herdadas pelos descendentes.
- Segundo a teoria lamarckista, as serpentes, por pressão do ambiente, deixaram de usar suas pernas, que, com o tempo, acabaram se atrofiando. Com isso, as serpentes que perderam suas pernas pela falta de uso passaram essa característica (e outras) aos seus descendentes.
- a) Os fósseis possibilitaram a percepção de que as espécies variavam ao longo do tempo. Essa constatação se deu principalmente ao comparar os fósseis de tatus e preguiças gigantes com os tatus e preguiças atuais, que são bem menores, mas parecidos. Por causa das semelhanças, Darwin supôs que as formas atuais de tatus e preguiças teriam parentesco com os fósseis.

ATIVIDADES

PENSE E RESOLVA

- Observe as fotografias abaixo e destaque três características físicas que sejam semelhantes entre os indivíduos em cada uma das famílias. Compare com as características destacadas por seus colegas. Avalie se foram as mesmas e se foi difícil identificá-las. O que se pode concluir a respeito de características que são comuns e variáveis à espécie humana, neste caso? *Resposta pessoal. Veja comentário nas Orientações Didáticas.*



Fernando Favoreto/Ciar Imagem



syw1rob/Shutterstock

- Leia os dois textos a seguir e indique em qual perspectiva cada um deles se fundamenta: no fixismo ou no transformismo.

Texto I: "Para os teólogos (especialista que estuda assuntos que envolvem Deus e sua relação com o ser humano e com o Universo), todos os seres foram criados por Deus. Como Deus é perfeito, suas criações também são perfeitas. Por esse motivo, as espécies foram colocadas no mundo em um ambiente apropriado, isto é, adaptadas ao ambiente, e permanecem, assim, imutáveis."

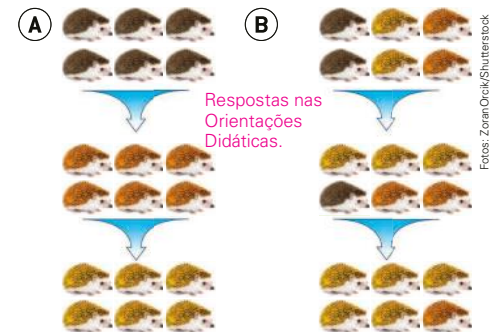
Texto I: fixismo; texto II: transformismo.

- Darwin observou, em Galápagos, que os tentilhões eram bem diferentes entre si. Em seu retorno à Inglaterra, com auxílio de um especialista em aves, Darwin verificou que os tentilhões eram espécies de um mesmo gênero. Isso, posteriormente, o levou a concluir que as espécies variavam em função do ambiente em que viviam, e que essas variações se relacionavam com as adaptações dos tentilhões ao tipo de alimentação disponível na ilha em que habitavam.
- a) Na ilustração **A**, as ideias estão de acordo com a teoria de Lamarck; na ilustração **B**, com a de Darwin.

Texto II: "Os naturalistas, independentemente de suas crenças em Deus, defendem que as espécies surgem por mecanismos em que o ambiente possui um papel importante."

- Faça uma síntese das ideias fundamentais de Lamarck. *Resposta pessoal. Veja comentário nas Orientações Didáticas.*
- Os cientistas aceitam a hipótese de que as serpentes evoluíram de ancestrais comuns aos lagartos. Explique como poderia ter ocorrido esse processo, segundo a teoria lamarckista. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- Sobre a teoria da seleção natural, responda às questões a seguir:
Respostas nas Orientações Didáticas.
a) Durante sua viagem a bordo do HMS Beagle, Darwin pôde coletar vários fósseis. Qual foi a contribuição que eles tiveram para sua teoria? Explique.
b) Outro aspecto observado por Darwin durante sua viagem, só compreendido após a volta à Inglaterra, foi o caso dos tentilhões de Galápagos. De que forma essas aves contribuíram para a formulação da teoria da seleção natural?

- Tanto Darwin quanto Lamarck procuraram explicar como os seres vivos sofriam mudanças ao longo do tempo. Observe as ilustrações a seguir sobre a evolução de ouriços-cacheiros em uma ilha e, com base no que estudou neste capítulo, responda:



Fotos: Zoran Orak/Shutterstock

- Em qual delas a explicação para a evolução dos ouriços-cacheiros está mais de acordo com a teoria de Lamarck e em qual está mais de acordo com a teoria de Darwin?
- Explique como você chegou à resposta anterior.

- Na primeira ilustração, percebe-se que todos os ouriços-cacheiros mudam da mesma forma, apresentando cores diferentes ao longo do tempo [todos os integrantes da população mudam durante a vida – lamarckismo]. Na segunda ilustração, a população é diversificada, com indivíduos com diferentes cores de pelagem [variedade]; ao longo das gerações, alguns ouriços-cacheiros com pelagens mais amarelas vão se tornando mais frequentes, provavelmente por essa cor conferir alguma vantagem evolutiva naquela ilha (seleção natural – darwinismo).

Respostas nas Orientações Didáticas.

7 Analise e classifique os exemplos a seguir como **camuflagem** ou **mimetismo**, justificando sua resposta. Nos casos de mimetismo, indique se somente uma ou se as duas espécies envolvidas são beneficiadas.

a) As listras pretas e amarelas identificam as vespas como organismos que podem ser agressivos quando molestados por um predador. A mosca da fotografia abaixo tem esse mesmo padrão de listras, porém, é inofensiva.



Vespa [*Vespa germanica*].



Mosca [*Myathropa florea*].

b) O urso-polar (*Ursus maritimus*) é um animal que vive em áreas com neve.

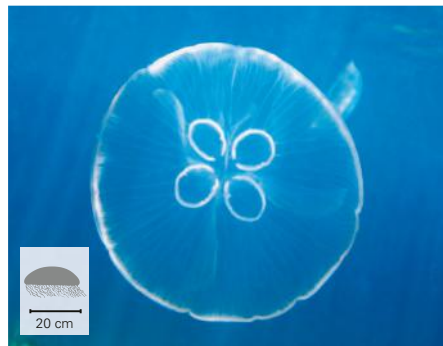


c) As lagartas da espécie *Hemeroplanes catepillar*, quando se sentem ameaçadas, esticam o corpo e erguem a cabeça.

Com esse comportamento, fazem surgir um par de falsos olhos e ficam muito parecidas com uma serpente.



d) A água-viva (*Aurelia aurita*), na água, é praticamente transparente.



e) O camaleão (*Chamaeleo chamaeleo*) pode mudar de cor de acordo com o ambiente em que vive e assim confundir seus predadores. Quando está sobre a grama, por exemplo, torna-se verde e, sobre um tronco de árvore, marrom.



Orientações
didáticas

Respostas e comentários
das questões

Pense e resolva

7. a) Trata-se de mimetismo que beneficia as duas espécies. O predador, ao ter experiências desagradáveis com a vespa, acaba por associá-las com as listras pretas e amarelas que aparecem também na mosca. Tanto vespas quanto moscas (que são inofensivas) serão evitadas pelo predador.
- b) A pelagem branca do urso-polar permite que ele se camufle de forma eficiente no ambiente coberto por neve em que vive. Portanto, trata-se de um caso de camuflagem.
- c) Trata-se de mimetismo, pois essas lagartas imitam serpentes e, assim, são evitadas pelos predadores. Nesse caso, apenas as lagartas são beneficiadas pela imitação.
- d) Trata-se de uma camuflagem que dificulta aos predadores de orientação visual distingui-la na água.
- e) O camaleão, ao mudar de cor, se camufla melhor no ambiente. Portanto, trata-se de um caso de camuflagem.

**Respostas e comentários
das questões**

Síntese

a) Caso a região se transforme em algo parecido com um Cerrado – uma formação aberta –, o ambiente ficaria mais claro. Com isso, as joaninhas de cor mais clara, ou seja, as de cor amarela, seriam as selecionadas pelo ambiente. As joaninhas de cor mais escura ficariam mais evidentes para seus predadores e seriam presas mais vulneráveis.

b) Explicação lamarckista: Com o passar de milhares de anos, a alteração do clima da região fez com que a cor da população de joaninhas se tornasse mais clara. Com isso, elas podiam se camuflar melhor no ambiente e diminuir o ataque de seus predadores. Essa modificação adquirida pelas joaninhas foi passada para os descendentes.

Explicação darwinista: Com o passar de milhares de anos, a alteração do clima da região tornou o ambiente mais claro e aberto. Nesse caso, joaninhas que já nasceram com tonalidade mais clara foram selecionadas naturalmente pelo ambiente. Essas joaninhas sobreviviam por mais tempo, pois os seus predadores tinham maior dificuldade em encontrá-las e, assim, tinham mais chances de se reproduzirem e passar suas características aos descendentes.

Respostas nas Orientações Didáticas.

SÍNTESE

Imagine uma população de joaninhas [A] que apresenta indivíduos com cores conforme mostrado na figura. O ambiente em que elas vivem, por se tratar de uma floresta tropical [B], de clima quente e úmido, apresenta plantas de diferentes tonalidades de verde.



a) Vamos supor que o clima dessa região, depois de milhares de anos, se altere para um clima mais frio e seco. Com isso, pode ser que a floresta tropical dê lugar a um ambiente de formação aberta [C], como um Cerrado. Nessa situação, quais joaninhas você acha que serão selecionadas pelo ambiente? Explique sua resposta.

b) Elabore uma explicação lamarckista e uma darwinista para a coloração das joaninhas que deverá ser predominante no ambiente aberto.

50

Atividade complementar

As adaptações dos seres vivos

Divida a turma em grupos pequenos e nomeie um redator (responsável pelo registro escrito) e um relator (responsável pela apresentação oral).

Solicite a cada grupo que elabore uma explicação para alguma característica de um ser vivo. Os estudantes deverão

explicar como acham que essa característica se modificou ao longo do tempo, a partir de um indivíduo ancestral. A seguir, algumas sugestões:

- O pescoço e os membros de uma girafa;
- O focinho de um tamanduá;
- As orelhas de um coelho;
- O corpo de um bicho-pau;

O homem, o tucano e as palmeiras

A teoria da evolução, você já deve saber, explica como os seres vivos foram se modificando ao longo do tempo até atingirem as formas que têm hoje. Quase sempre, quando falamos dessas modificações, estamos pensando em um período bem longo, pelo menos alguns milhares de anos. Mas você sabia que também é possível acompanhar a evolução em menos de um século, e que o homem pode influenciar nesse processo?

Um grupo de pesquisadores brasileiros acaba de mostrar como a ação do homem está interferindo (e rápido) na evolução de uma espécie de árvore: a palmeira-juçara. Ao observar mais de 20 áreas de Mata Atlântica no país, os cientistas viram que, em várias delas, as palmeiras apresentavam apenas sementes pequenas, em vez de sementes grandes e pequenas, como era de se esperar.

Com a pulga atrás da orelha, os especialistas analisaram mais de nove mil sementes e avaliaram características das áreas estudadas, como qualidade do solo, cobertura vegetal e clima. Então veio a resposta: a diminuição do tamanho das sementes ocorria sempre em áreas onde as aves de grande porte, como tucanos e arapongas, tinham sido extintas pela agricultura e pelo desmatamento.

Para entender melhor o que uma coisa tem a ver com a outra, saiba que as aves frugívoras (ou seja, que comem frutos) são fun-

damentais para espalhar as sementes das árvores. Depois de comer, essas aves voam para outros lugares e regurgitam ou eliminam as sementes nas fezes.

Pois bem. Cada bicho come a semente que cabe no seu bico, certo? Sem aves grandes, as frutas maiores, onde estão também as maiores sementes, acabam apodrecendo no pé. Enquanto isso, os pássaros pequenos continuam espalhando as sementes menores.

O resultado é que, em menos de um século, foi possível observar nessas regiões a ação da seleção natural, um princípio fundamental para a teoria da evolução que diz que, na natureza, sobrevivem os organismos mais adaptados ao *habitat* – no caso, as árvores com sementes menores.

Por enquanto, os pesquisadores não identificaram consequências graves do sumiço das grandes sementes: as palmeiras-juçara continuam firmes e fortes. Porém, já se sabe que as sementes menores são mais frágeis e menos resistentes à seca, o que colocaria a palmeira em risco caso, no futuro, o clima se torne mais quente nessas áreas.

Vamos cruzar os dedos para que isso não aconteça! A palmeira-juçara serve de alimento para dezenas de espécies da Mata Atlântica e, se desaparecer, pode desequilibrar toda a cadeia alimentar do bioma. Já pensou?

Fonte: GARCIA, Marcelo. O homem, o tucano e as palmeiras. **Ciência Hoje das Crianças**. Publicado em: 10/6/2013. Disponível em: <<http://chc.org.br/o-homem-o-tucano-e-as-palmeiras/>> (acesso em: 24 ago. 2018).

Questões

Respostas nas Orientações Didáticas.

- 1 Por que árvores com sementes menores são consideradas mais adaptadas ao *habitat* depois da ação humana? Utilize o conceito de seleção natural em sua resposta.
- 2 Como Lamarck explicaria o que está acontecendo com as sementes da palmeira-juçara?
- 3 Há motivos para os pesquisadores se preocuparem com a possibilidade de mudança de clima na Mata Atlântica? Justifique.



Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Leitura complementar

1. As árvores com sementes menores são consideradas mais adaptadas a essa nova situação de desmatamento e perda de *habitat* para animais dispersores de sementes de grande porte, como tucanos e arapongas. Os animais dispersores de sementes que vivem nessas condições são de menor porte e só conseguem dispersar sementes menores também, trazendo vantagem para as palmeiras que produzem sementes menores, sendo selecionadas naturalmente nas últimas décadas.
2. A teoria lamarckista sobre a transformação dos seres vivos explicaria que as sementes da palmeira-juçara estariam se tornando menores em função do “uso e desuso”, isto é, com a diminuição da presença de dispersores de sementes de grande porte, como tucanos e arapongas, as palmeiras passariam a produzir cada vez mais as sementes de pequeno porte e cada vez menos as sementes de grande porte. Isso porque apenas dispersores compatíveis com sementes de pequeno porte estariam criando a necessidade de se produzir tais sementes. Essa característica seria adquirida [produção de sementes pequenas] e passaria aos descendentes das palmeiras-juçaras.
3. Sim. Os pesquisadores preveem que se o clima se tornar mais quente nessas áreas, poderá afetar a sobrevivência das sementes menores do palmito-juçara, pois são mais frágeis e menos resistentes à seca que as sementes maiores. E essa possibilidade é real, pelo que já foi estudado ao longo desta coleção, já que vivemos uma época em que as mudanças climáticas estão acontecendo e, entre elas, os efeitos do aquecimento global, que potencializam essa possibilidade de mudança climática.

- A cauda de um macaco-aranha;
- Os espinhos de um cacto;
- O bico de um gavião;
- Os membros posteriores de um sapo;
- As pernas de um grilo;
- O marsúpio de um canguru;
- A tromba de um elefante;

- Os frutos de um carrapicho;
 - A coloração do pelo de um urso-polar.
- Após um tempo para a discussão nos grupos e redação da explicação, cada relator deverá compartilhar com a turma o texto produzido pelo seu grupo. Organize a apresentação de modo que todos os grupos possam apresentar suas considerações e comentar as dos colegas.

Habilidade da BNCC

(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender o processo de especiação.
- Reconhecer que as classificações feitas exclusivamente com base em semelhanças levaram a erros.
- Reconhecer quando uma característica pode ser considerada uma novidade evolutiva.
- Identificar graus de parentesco entre grupos que compõem uma árvore filogenética.
- Compreender a relação entre filogenia e árvore filogenética.
- Identificar os processos evolutivos de seleção natural em casos de especiação e na descrição de adaptações de espécies.

Objeto de conhecimento

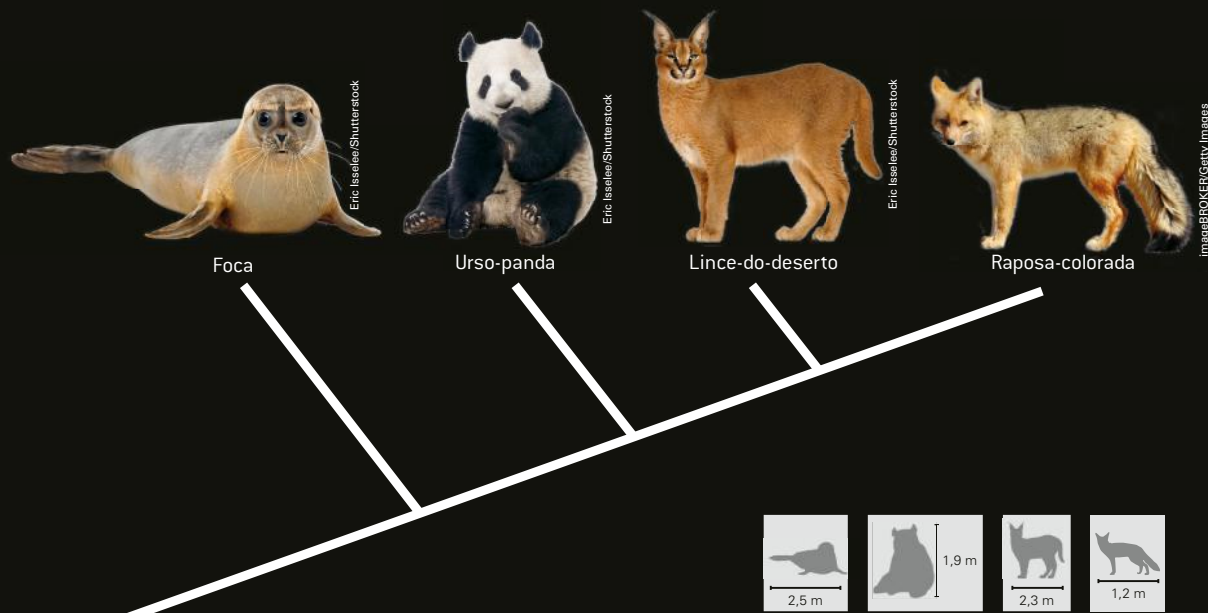
- Ideias evolucionistas.

Capítulo

4



O parentesco das espécies



[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.]

Representação de quatro espécies animais e a relação de parentesco entre elas.

Observe com atenção a figura acima. Nela, estão representados uma foca, um urso-panda, um lince-do-deserto e uma raposa-colorada. Veja que, próximo aos nomes desses animais, aparecem algumas linhas que se unem de forma organizada.

Essa figura é uma maneira de representar a provável história evolutiva dessas quatro espécies de animais. Pela observação da imagem, você conseguiria dizer quais são as espécies mais aparentadas entre si? O que podemos deduzir a respeito da evolução desse grupo de animais com base nessa representação?

Vamos responder a essas questões e a outras ao longo deste capítulo.

Problematização/Conhecimentos prévios

Os conhecimentos prévios dos estudantes podem ser aferidos por meio das perguntas: “Como se formam novas espécies?”; “Como é possível avaliar o parentesco entre elas?”.

A expectativa é de que os estudantes consigam perceber que a contínua ação da seleção natural sobre os indivíduos de uma população está diretamente relacionada com a formação de novas espécies. Caso julgue necessário, reveja a teoria darwinista com os estudantes e discuta a relação entre os processos evolutivos e a especiação.

Então, solicite a eles que representem com um esquema a evolução e/ou formação de novas espécies a partir de uma espécie ancestral. É fundamental desconstruir a ideia de linearidade na evolução das espécies. Chame a atenção para as representações que podem indicar a existência de um ancestral comum, uma vez que essa é uma premissa básica do processo evolutivo.

Por fim, solicite aos estudantes que observem a árvore filogenética que está na abertura do capítulo e incentive-os a compará-la com as suas próprias representações dos processos evolutivos.

► Novas espécies são formadas

De acordo com Darwin, a evolução dos seres vivos ocorre por meio da seleção natural realizada pelo ambiente onde as populações vivem. Os indivíduos com características favoráveis à sobrevivência no meio em que habitam tiveram, consequentemente, maiores chances de gerar descendentes. Caso essas características adaptativas possam ser transmitidas hereditariamente, elas serão passadas à geração seguinte. Se esse processo perdurar, novas espécies poderão surgir.

As populações atuais de seres vivos, portanto, são formadas por indivíduos resultantes da seleção natural que ocorreu no passado. Isso não garante, porém, maior aptidão no futuro.

A descoberta e a análise de fósseis são evidências científicas de que os seres vivos sofrem modificações ao longo do tempo, havendo, assim, formação de novas espécies. Podemos dizer que as espécies atuais evoluíram de outras que viveram antes, ou seja, de espécies ancestrais. O processo de evolução, ao longo da história da vida, resultou na enorme biodiversidade atual.



Nas fotografias vemos uma amostra da biodiversidade brasileira, como borboleta-azul (A), jacaré-do-pantanal (B), ipê-amarelo (C), jacu (D), pirarucu (E), tartaruga-verde (F), vitória-régia (G), sapo-cururu (H), onça-pintada (I), caxinguelê (J) e arara-canindé (K)

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.]

Foto (A): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (B): Waldemar Mertel/Sherlock/Shutterstock;
Foto (C): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (D): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (E): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (F): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (G): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (H): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (I): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (J): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo;
Foto (K): Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo.

■ Neste capítulo

O estudo realizado no capítulo anterior trata sobre como as adaptações ao ambiente surgem nas populações e nelas se estabelecem pela ação da seleção natural. Com base nesse estudo, sugerimos que, para este capítulo, o objetivo seja levar os estudantes a compreender como ocorre o processo de especiação – ou seja, a formação de novas espécies a partir de populações com características distintas, – e como se dão as relações de parentesco entre as espécies.

Portanto, este capítulo é complementar ao anterior, possibilitando a compreensão da origem da diversidade biológica de forma mais integrada, por meio da seleção natural e do processo de especiação. As árvores filogenéticas são importantes para sumarizar alguns dos eventos de especiação e a relação de parentesco entre espécies pertencentes a um grupo natural. Essas representações permitem que os conceitos sejam mais bem compreendidos pelos estudantes.

Para iniciar o estudo das teorias relacionadas à representação dos processos evolutivos, solicite aos estudantes que proponham uma forma de representação esquemática da seguinte situação: uma espécie, aqui chamada de X, habita um determinado local. Depois de muito tempo, e após ser submetida a uma sequência de mudanças decorrentes da pressão exercida por fatores ambientais, a espécie X não é mais encontrada nesse local. Há apenas duas novas espécies (Y e Z), muito parecidas entre si e com a espécie X, vivendo em locais próximos. Questione os estudantes: Como esses eventos poderiam ser representados no caderno?

Indicações de leitura

Para mais informações sobre evolução e filogenia, sugerimos a leitura das obras a seguir:

- AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SHUBIN, N. **A história de quando éramos peixes: uma revolucionária teoria sobre a origem do corpo humano**. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

Orientações didáticas

No livro do estudante optamos por não apresentar todas as formas de especiação conhecidas, focando apenas na especiação alopátrica (geográfica). Para essa faixa etária, consideramos que essa diferenciação e o detalhamento de outros tipos de especiação, como a parápátrica, a peripátrica e a simpátrica, não são necessários e podem gerar confusão, comprometendo a compreensão dos aspectos gerais do processo de formação de novas espécies.

É importante que os estudantes compreendam esse processo para que consigam explicar a origem da diversidade biológica. No capítulo anterior, por meio da seleção natural, explicamos somente a origem das adaptações. Sem considerar a especiação, a origem da biodiversidade carece de plausibilidade.

Para caracterizar o processo de especiação, é importante diferenciar anagênese e cladogênese, sem a necessidade de mencionar esses termos aos estudantes. Na anagênese, as populações sofrem modificações e acumulam diferenças ao longo do tempo, o que resulta em alterações nas características da população, mas sem a formação de uma nova espécie, como ocorre nos eventos de cladogênese. É necessário descrever o processo evolutivo com os eventos de divergência, mesmo sem mencionar seus nomes técnicos.

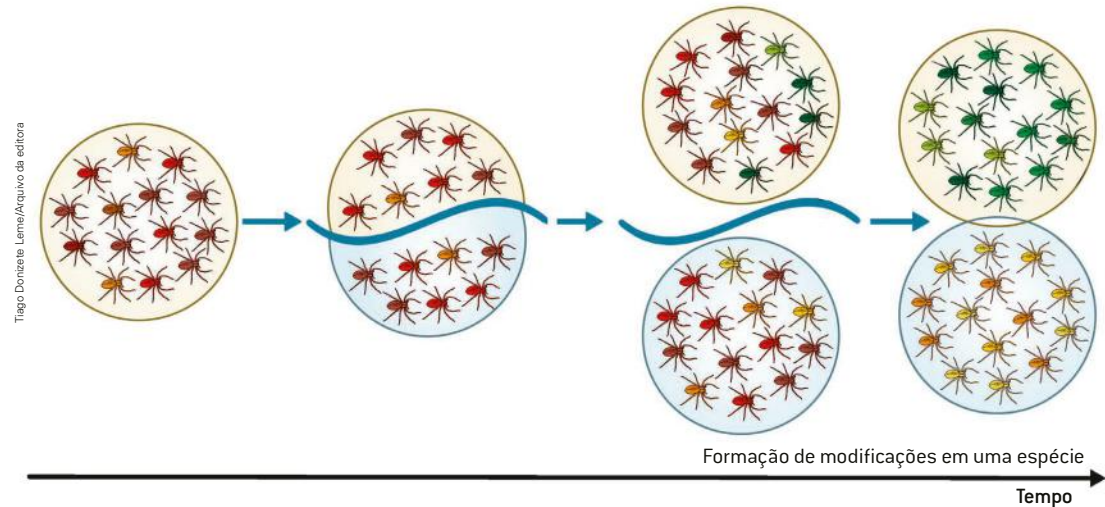
Indicação de site

[acesso em: 24 out. 2018]

O Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, com base em um projeto da Universidade de Berkeley, desenvolveu um material para quem deseja entender e/ou ensinar Evolução. Para conhecer o conteúdo, acesse: <www.ib.usp.br/evosite/evohome.html>.

Especiação

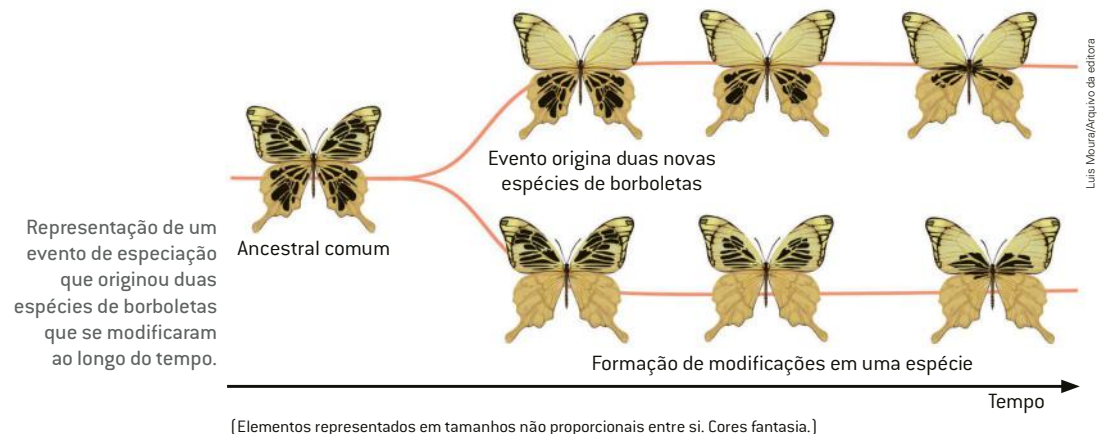
Especiação é o processo pelo qual são formadas novas espécies. Imagine que exista uma população de uma determinada espécie de ser vivo, uma aranha, por exemplo. Suponha que ocorra um evento que separe essa população em dois conjuntos, como a passagem de um rio pelo meio da área onde viviam ou um terremoto na região. Ao longo do tempo, as aranhas poderão ir acumulando diferenças entre si, como mostra a figura abaixo.



População hipotética de aranhas que foi separada por um rio, formando, ao longo do tempo, duas populações de espécies distintas, que posteriormente se encontram novamente, já sem a barreira física do rio. (Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

As diferenças acumuladas podem ser tantas que, se houver um evento futuro que proporcione novamente a união dos conjuntos de aranhas, os indivíduos de cada população podem não ser mais capazes de se reproduzir e gerar descendentes férteis. Desse modo, pode-se afirmar que ocorreu a formação de duas novas espécies, diferentes da original – isto é, ocorreu especiação.

As espécies também podem sofrer modificações ao longo do tempo. Veja a imagem a seguir, que representa esse processo.



Representação de um evento de especiação que originou duas espécies de borboletas que se modificaram ao longo do tempo.

Ancestral comum

Evento origina duas novas espécies de borboletas

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

» Semelhanças e diferenças

Pelo estudo dos fósseis, pesquisadores podem ter uma ideia de como eram as espécies ancestrais que habitaram o planeta. Apesar de serem diferentes, muitos desses fósseis apresentam semelhanças com os seres vivos atuais, o que, como Darwin já tinha observado, pode evidenciar uma relação de parentesco entre as espécies atuais e as extintas.

Todas as espécies de seres vivos apresentam um ancestral comum, que pode ser recente ou remoto – o que significa que elas têm entre si um grau de parentesco maior ou menor. Se observarmos uma foca, um urso-panda, um lince-do-deserto e uma raposa-colorada (veja a página de abertura deste capítulo), podemos notar mais semelhanças entre o lince-do-deserto e a raposa-colorada, por exemplo, do que entre eles e uma foca. Podemos supor, portanto, que o lince-do-deserto e a raposa-colorada são espécies com maior grau de parentesco entre si do que com a foca, e que o lince-do-deserto e a raposa-colorada tiveram um ancestral comum que não era compartilhado nem com o urso-panda nem com a foca.

Agrupar seres vivos apenas por semelhanças na aparência, porém, pode levar a erros, pois há aqueles que, apesar de parecidos, evoluíram de ancestrais diferentes. O gerbil – um rato encontrado no deserto do Saara – e o rato rabo-de-facho – espécie encontrada em uma região da Caatinga brasileira –, por exemplo, são muito semelhantes, porém, não são parentes próximos.

Semelhanças na aparência nem sempre refletem parentesco entre as espécies.



Frank Greenaway/Dorling Kindersley/Getty Images



Joel Wellington A. Santos/Arquivo do fotógrafo

(A) Gerbil (*Meriones unguiculatus*); (B) rato rabo-de-facho (*Trinomys yonenagae*).

Orientações didáticas

Para os estudantes, a utilização de semelhanças observáveis entre os indivíduos de diferentes espécies como critério de classificação para agrupá-los é uma atividade intuitiva. Entretanto, nem sempre as semelhanças refletem as relações de parentesco entre as espécies, que podem apresentar semelhanças físicas devido à evolução sob pressões ambientais similares, mas não porque necessariamente compartilham um ancestral comum.

Com base na comparação entre o rato rabo-de-facho e o gerbil, converse com a turma sobre o valor dos estudos taxonômicos para o entendimento da biodiversidade.

Caso considere pertinente, compartilhe com eles o texto a seguir.

Texto complementar

Taxonomia

[...] A Taxonomia sempre foi uma ciência pouco entendida. [...] Identificar não é simples. Ao contrário, é somar conhecimento, é realizar primeiro uma profunda análise para, só depois, efetuar a síntese desse conhecimento e chegar a um “simples” nome: o nome da espécie, do gênero, ou do que for. [...]

[...] sem a taxonomia não se pode saber quais espécies viveram ontem, vivem hoje e terão possibilidade de continuar vivendo amanhã numa determinada área; qual tipo de equilíbrio existe no interior da comunidade que habita uma área e por que reina esse equilíbrio; qual o custo da biodiversidade de uma dada área; o que acontecerá com o equilíbrio biológico de uma área se as condições ambientais que a governam forem alteradas, etc. Enfim, nada disso será possível se não existirem [a] Taxonomia e [os] Taxonomistas. [...]

BICUDO, C. E. de M. Taxonomia. *Biota Neotropica*, n. 1, v. 4, 2004. Disponível em: <www.biotaneotropica.org.br/v4n1/pt/editorial> (acesso em: 24 out. 2018).

Orientações didáticas

O conceito de evolução convergente é aprofundado neste momento, a fim de que os estudantes compreendam que ambientes com características semelhantes podem selecionar organismos com características morfológicas parecidas. Além do exemplo dos ratos, temos aqui o das baleias e o dos tubarões, animais de grupos muito distintos. Oriente os estudantes a perceber que esses animais, ainda que sejam classificados em grupos muito diferentes, estão adaptados ao ambiente aquático e, portanto, muitas de suas características estão relacionadas com o desempenho de funções similares.

Espera-se também que os estudantes compreendam o conceito de novidade evolutiva e como ele é utilizado no estabelecimento de relações de parentesco. Por exemplo, afirmar que os mamíferos são definidos pelo fato de serem tetrápodes, na verdade, não os define, mas os caracteriza. Vários outros animais que não se enquadram no grupo dos mamíferos também são tetrápodes; essa é, portanto, uma característica primitiva. Utilize as fotos do ouriço e da lebre para conduzir a conversa, propondo perguntas como: “O ouriço pode ser definido como um mamífero?”; “Como podemos concluir que uma espécie faz parte de determinado grupo?”. A intenção é que os estudantes compreendam que, no contexto evolutivo, um grupo é composto de espécies que apresentam características exclusivas em comum.

Ricochete: salto após o choque ou após tocar no chão.

Por meio de pesquisas, sabemos que essas duas espécies de ratos evoluíram de modo independente, isto é, cada uma delas, em seu ambiente, sofreu modificações a partir de um ancestral diferente.

O gerbil e o rato rabo-de-facho apresentam:

- pernas posteriores grandes, próprias para pular;
- pelagem amarronzada, facilitando sua camuflagem no ambiente;
- audição muito desenvolvida, o que facilita a vida em ambientes abertos (percepção de predadores, por exemplo);
- tufo de pelos na ponta da cauda, que os auxiliam no equilíbrio durante os pulos e possibilitam que saltem em **ricochete**.

Como podemos explicar tantas semelhanças, então? Isso provavelmente ocorreu porque ambos viviam em ambientes com condições semelhantes – Deserto e Caatinga –, que acabaram selecionando indivíduos com características muito parecidas.

Poderíamos também apontar semelhanças entre as baleias e os tubarões, mas, enquanto o primeiro é um mamífero, o segundo é um peixe. Mesmo vivendo em ambientes aquáticos e possuindo estrutura corporal similar, esses animais não apresentam ancestralidade recente em comum.



Denis Scott/Corbis/Getty Images



Alamy/Fotostore

(A) Baleia (*Mysticeti* sp.); (B) tubarão-branco (*Carcharodon carcharias*).

As novidades evolutivas

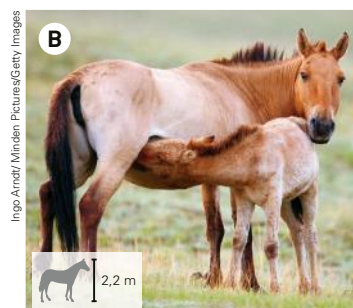
Veja as duas fotografias a seguir. Você acha que estes dois animais são aparentados? Eles poderiam pertencer a um mesmo grupo de animais?



(A) Ouriço (*Erinaceus europaeus*); (B) lebre (*Lepus europaeus*).

Quanto mais características são compartilhadas por duas ou mais espécies, mais aparentadas elas são. Para que as características indiquem parentesco próximo, porém, elas devem ser exclusivas, ou seja, devem estar presentes somente nas espécies aparentadas. Por exemplo, cachorros, gatos, gambás, baleias, seres humanos e morcegos são classificados como mamíferos. O que esses organismos têm em comum que possibilita esse agrupamento? Acertou quem respondeu que todos têm mamas e pelos. Assim como o ouriço e a lebre mostrados acima também são mamíferos, pois apresentam pelos sobre o corpo e possuem glândulas mamárias.

Você pode estar se perguntando: Baleias têm pelos? Alguns mamíferos marinhos, como as baleias e os golfinhos, perderam, ao longo da evolução de seus ancestrais, os pelos na fase adulta, apesar de alguns grupos, como o das baleias-azuis, apresentarem pelos ao redor da boca.



Como características exclusivas, os mamíferos apresentam mamas e pelos. Nas fotografias: (A) mulher (*Homo sapiens*), (B) égua (*Equus ferus przewalskii*), (C) cadela (*Canis lupus familiaris*), todas amamentando.

Somente após terem sido feitos estudos e comparações com os demais animais conhecidos é que se concluiu que a presença de pelos e mamas é exclusiva da classe dos mamíferos.

Características exclusivas que definem os grupos são chamadas **novidades evolutivas**. Pelos e mamas, por exemplo, são características de uma determinada espécie ancestral que permaneceram em todas as espécies que evoluíram a partir dela, até a atualidade.



Orientações didáticas

Ao abordar o conceito de novidade evolutiva, é importante estar atento a um possível equívoco que os estudantes, com base no senso comum, frequentemente cometem. Geralmente, eles associam o termo novidade evolutiva a uma melhoria em relação aos grupos que não a possuem. Debata com os estudantes que as noções de “pior” e de “melhor” não se encaixam em um contexto evolutivo e que dependem do ambiente em que os organismos estão inseridos. Por exemplo, para um urso-polar, a presença de pelos é fundamental para sua sobrevivência; já para um tubarão ter pelos seria uma característica extremamente desvantajosa. Assim, as novidades evolutivas estão relacionadas às pressões ambientais às quais determinado grupo foi submetido, e não ao melhoramento de suas características.

Outro exemplo bem interessante sobre o surgimento de novidades evolutivas é o caso do olho humano, cuja estrutura é bastante complexa. No entanto, de acordo com o próprio Darwin, afirmar que olhos menos complexos têm menos utilidade leva a uma conclusão equivocada. Se analisarmos a evolução dos olhos nos moluscos, por exemplo, percebe-se que os representantes do grupo apresentam estruturas oculares que vão desde conjuntos de células pigmentadas que percebem apenas claro e escuro, em alguns gastrópodes, até olhos complexos, com câmara ocular, lente (cristalino) e córnea, nas lulas. Em ambos os casos, as estruturas analisadas atendem a um propósito específico, a visão.

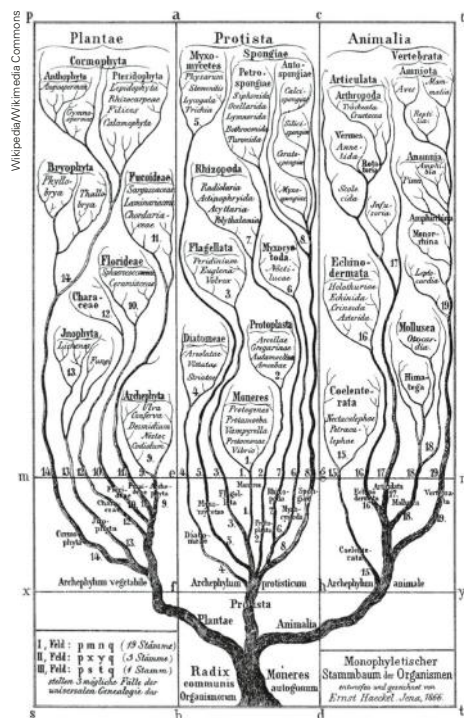
Orientações didáticas

As árvores filogenéticas recebem esse nome porque apresentam ramificações semelhantes a uma árvore verdadeira. Essa semelhança pode ser explorada com os estudantes durante a abordagem, utilizando-se, inclusive, termos como “ramos”. Na árvore filogenética, cada bifurcação indica a separação de uma espécie ancestral em duas novas espécies, que deverão apresentar pelo menos uma novidade evolutiva cada uma. Cada nó com descendentes representa o mais recente ancestral comum, e o comprimento dos ramos pode representar estimativas do tempo evolutivo.

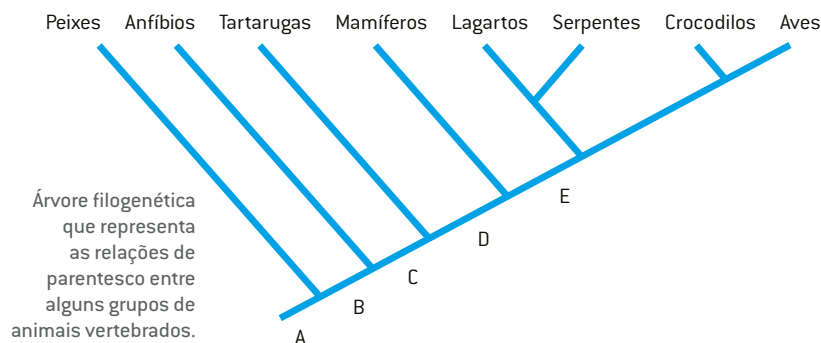
Em relação ao tempo, é importante que os estudantes entendam que essa escala é bem diferente daquela em que o ser humano está inserido. As escalas usadas para representar a evolução dos seres vivos podem ser de bilhões, milhões ou milhares de anos, dependendo dos grupos analisados.

O objetivo, ao final da explicação, é que os estudantes sejam capazes de utilizar a árvore filogenética como ferramenta para o estudo de todos os aspectos que determinam o grau de proximidade entre espécies de um grupo natural. As árvores filogenéticas indicam não apenas as relações de parentesco, mas também os eventos de especiação, além de permitir a visualização do surgimento de novidades evolutivas nos ancestrais comuns aos grupos de espécies formados.

Árvores filogenéticas: a representação da evolução



“Árvore da vida” proposta por Ernst Haeckel, em 1856.



Na árvore filogenética representada acima, há um ancestral **(A)** que é comum a todos esses grupos de animais. Dele surgiram os peixes e o ancestral **B**, que é comum a todos os demais grupos de vertebrados (menos os peixes). Da mesma maneira, desse novo ancestral surgiram os anfíbios e o ancestral dos demais grupos de animais **(C)**. Dele surgiram as tartarugas e também o ancestral dos animais restantes **(D)**, que dará origem ao grupo dos mamíferos e ao ancestral **(E)**, comum ao grupo que dará origem aos lagartos e às serpentes, e também ao grupo que dará origem aos crocodilos e às aves.

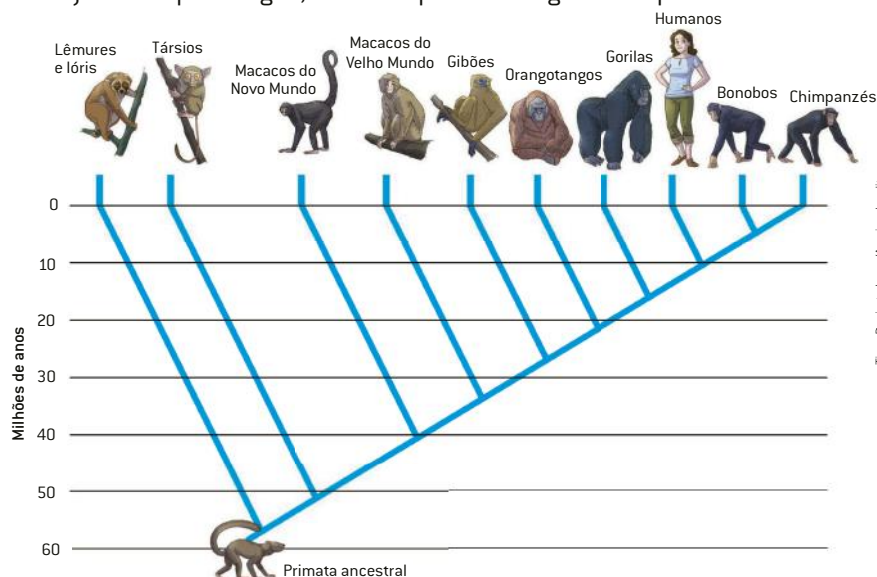
Pelo estudo da filogenia, podem ser representadas as relações de parentesco existentes entre as espécies atuais e também entre as espécies extintas.

Indicação de site

(acesso em: 5 nov. 2018)

Entendendo a filogenia. Disponível em: <www.ib.usp.br/evo/site/evo101/IIBPhylogenies.shtml>.

Veja o exemplo a seguir, com uma possível filogenia dos primatas.



Representação da possível relação de parentesco dos primatas. (Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Podemos ver, na figura acima, que há cerca de 60 milhões de anos existiu um ancestral comum a todos os primatas conhecidos atualmente. Há aproximadamente 57 milhões de anos deve ter ocorrido a primeira separação do ramo desse ancestral. Essa separação formou dois novos ramos: um deles viria a originar os lêmures e os lóris, e o outro, o ancestral dos demais primatas.

Há cerca de 50 milhões de anos, ocorreu uma nova separação que originaria os társsios e o ancestral comum aos demais primatas.

A última ramificação originou um ancestral comum ao grupo dos bonobos, dos chimpanzés atuais e ao grupo que originaria os seres humanos.

Como já estudamos no capítulo anterior, podemos constatar que a frase “o ser humano descende do macaco” não é verdadeira: o ser humano descende de um ancestral que também deu origem a alguns grupos de macacos, no caso, os chimpanzés e os bonobos.

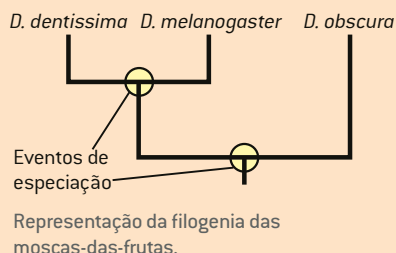
UM POUCO MAIS

Especiação e filogenia

A representação de eventos de especiação em uma árvore filogenética pode ser mostrada nos pontos de ramificação de uma filogenia.

Nesta árvore filogenética de moscas-das-frutas (gênero *Drosophila*), há três espécies. O primeiro evento de especiação deu origem à espécie *D. obscura* e ao ancestral comum das outras duas espécies. Depois, um novo evento de especiação originou *D. dentissima* e *D. melanogaster*.

Em cada uma das ramificações presentes no diagrama existiu um ser vivo (ancestral comum) que não existe mais. Nem sempre é possível identificar esses ancestrais comuns. Nesses casos, esses ancestrais, conhecidos ou não, são popularmente chamados de elos perdidos.



Representação da filogenia das moscas-das-frutas.

Orientações didáticas

Caso os estudantes tenham dificuldades em interpretar a árvore filogenética dos primatas, retome a representada na abertura deste capítulo. A intenção é que, por meio dessa representação, eles entendam a evolução dos primatas da seguinte forma: seres humanos, bonobos e chimpanzés compartilham um mesmo ancestral comum, mas chimpanzés e bonobos compartilham um ancestral comum mais recente que não é compartilhado com os seres humanos. Assim, é possível afirmar que chimpanzés e bonobos são mais aparentados entre si do que com os seres humanos.

É relevante, portanto, que os estudantes compreendam que as espécies mais aparentadas entre si são aquelas que possuem um ancestral comum mais recente. Em geral, espécies aparentadas são muito semelhantes, mas, como explicado anteriormente, semelhança morfológica não indica, necessariamente, proximidade filogenética. O que vai definir o grau de parentesco entre as espécies são as novidades evolutivas que elas compartilham.

Indicação de filme

Jane: a mãe dos chimpanzés

Direção: Brett Morgen
Estados Unidos, 2017
(90 minutos).

Sinopse: Documentário sobre as primeiras pesquisas e explorações da primatóloga Jane Goodall, que estudou a vida social e familiar de chimpanzés na Tanzânia durante 40 anos e contribuiu para a descoberta de paralelos entre esses primatas e os seres humanos.

Orientações didáticas

Com a participação dos estudantes, analise a ilustração da paisagem da Caatinga, relembrando as especificidades desse bioma. Esclareça que as espécies que aí vivem apresentam adaptações que garantem sua sobrevivência em condições extremas. Sua vegetação é geralmente composta por plantas xerófitas (que resistem a condições áridas e desérticas), como as espécies pertencentes à família das cactáceas.

Mencione que a Caatinga é encontrada exclusivamente no Brasil, ocupando cerca de 7% do território nacional. Logo, grande parte de seu patrimônio biológico não é encontrado em nenhum outro lugar do mundo. Ainda que as condições sejam severas, é possível encontrar uma diversidade de ambientes na Caatinga, que está ameaçada pela interferência humana.

Os estudantes devem notar que a maioria das plantas da Caatinga possui adaptações como espinhos e folhas modificadas, que reduzem a perda de água. Pergunte a eles o porquê de, durante a época de seca, muitas árvores perderem as folhas. Então, esclareça que a perda das folhas da vegetação da Caatinga é estratégica. Sem elas, as plantas reduzem a superfície de evaporação.

Caso considere pertinente, comente que “Caatinga” significa “mata branca” em tupi, em referência à vegetação sem folhas que predomina durante a época de seca. Converse com os estudantes sobre quais animais podemos encontrar nesse bioma e como eles sobrevivem à seca. Reforce a ideia de que os seres vivos estão adaptados ao ambiente em que vivem, e que essas adaptações são resultado da evolução.

Adaptações de seres vivos à Caatinga

Este infográfico considera uma série de adaptações de plantas e animais às condições da Caatinga, um ambiente com características bastante extremas em termos de aridez e calor, em boa parte do ano.

1. Ao longo do tempo, as espécies passam por um processo de transformação que envolve descendência por meio da herança genética, chamado *evolução*. Essas transformações podem gerar novas espécies.

2. Determinada espécie está adaptada ao ambiente em que vive quando tem características que contribuem para a sua *sobrevivência e reprodução*, aspectos fundamentais em qualquer ambiente.

3. Os vegetais e os animais representados neste infográfico são exemplos de espécies que vivem na Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro. Eles estão *adaptados* às condições de um ambiente de clima quente e seco. Caso existam modificações ambientais na Caatinga, as mesmas características que até então eram favoráveis a essas espécies podem revelar-se dispensáveis ou ineficientes nas novas condições.

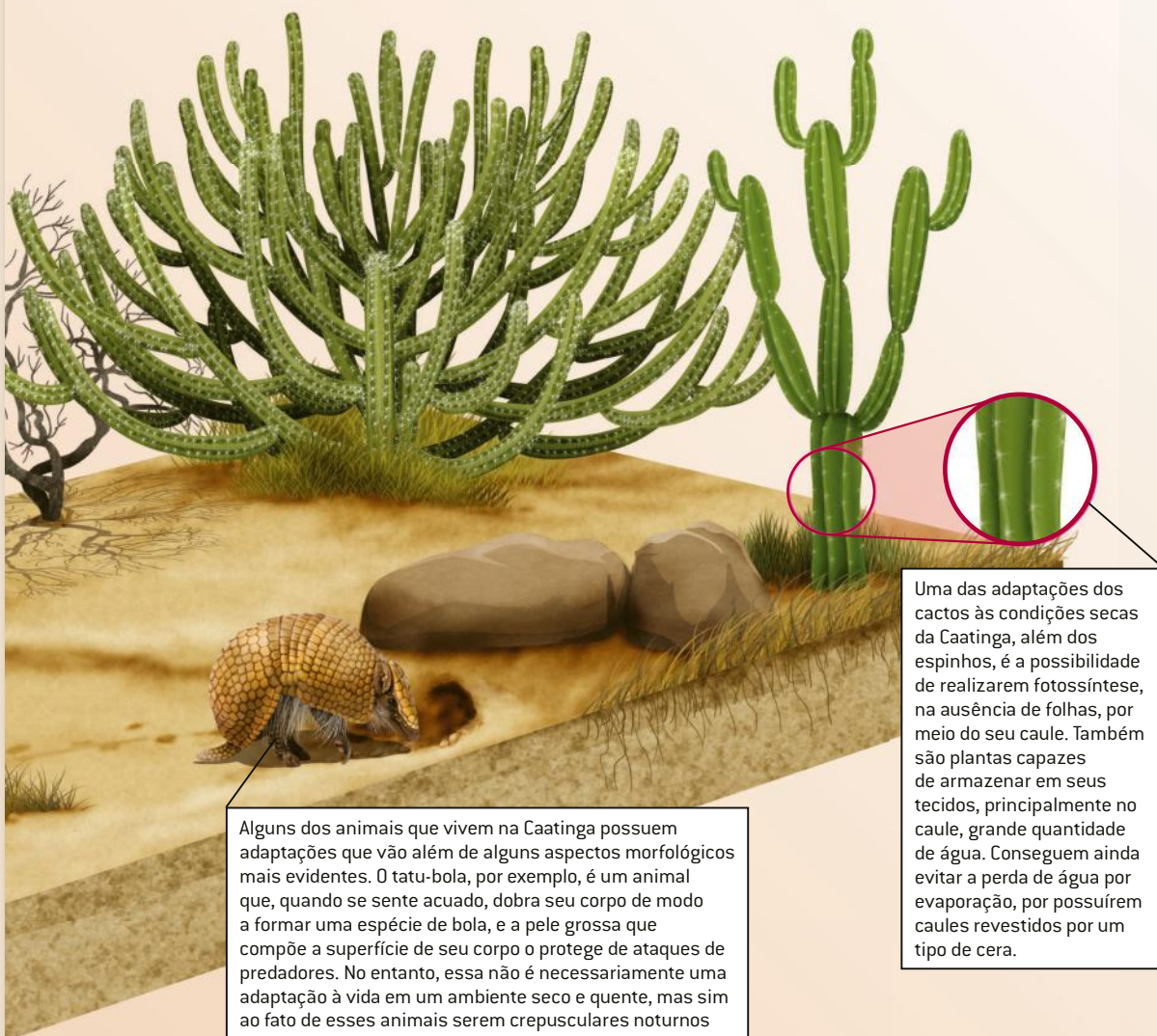
Muitas plantas de ambientes secos têm espinhos. Essa estratégia torna possível, por exemplo, que uma planta sobreviva na Caatinga, já que, assim, evita-se a desidratação. Os espinhos são folhas modificadas que apresentam uma superfície de contato muito menor do que as folhas de certas plantas da Mata Atlântica, por exemplo, ambiente em que a água é bem mais abundante. Dessa forma, podemos dizer que na Caatinga foram selecionadas plantas que tiveram suas folhas modificadas em espinhos. Os cactos estão presentes e *adaptados* ao bioma Caatinga.

02 Editorial/Arquivo da editora

A pele dos répteis é altamente queratinizada, ou seja, apresenta alta quantidade da proteína queratina, responsável pela aparência de “pele endurecida” deles. Além disso, a pele dos animais desse grupo é revestida por escamas ou placas ósseas. Todas essas características são adaptações que dificultam a perda de água através da superfície do corpo e os protegem da dessecação em um ambiente como o da Caatinga.

4. Mas como determinar quais características conferem adaptação a cada espécie? Darwin explica esse processo por meio da seleção natural, que pode ser entendida como o mecanismo pelo qual o ambiente atua nos seres vivos como um fator selecionador. Os indivíduos com características “favoráveis” para determinado ambiente têm maiores chances de sobreviver e de se reproduzir, enquanto os seres com características “desfavoráveis” para aquele ambiente tendem a não sobreviver nem deixar descendentes.

5. Na Caatinga, os seres vivos selecionados naturalmente ao longo de milhares de anos e de muitas gerações constituem organismos que podem possuir adaptações contra a perda de água, a forte insolação e a pouca disponibilidade de recursos de várias ordens.



Alguns dos animais que vivem na Caatinga possuem adaptações que vão além de alguns aspectos morfológicos mais evidentes. O tatu-bola, por exemplo, é um animal que, quando se sente acuado, dobra seu corpo de modo a formar uma espécie de bola, e a pele grossa que compõe a superfície de seu corpo o protege de ataques de predadores. No entanto, essa não é necessariamente uma adaptação à vida em um ambiente seco e quente, mas sim ao fato de esses animais serem crepusculares noturnos e viverem durante boa parte do tempo dentro de tocas que eles mesmos cavam. Dentro das tocas, a umidade é muito maior e a temperatura, bem mais baixa que fora delas.

Uma das adaptações dos cactos às condições secas da Caatinga, além dos espinhos, é a possibilidade de realizarem fotossíntese, na ausência de folhas, por meio do seu caule. Também são plantas capazes de armazenar em seus tecidos, principalmente no caule, grande quantidade de água. Conseguem ainda evitar a perda de água por evaporação, por possuírem caules revestidos por um tipo de cera.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Orientações didáticas

Orie os estudantes na realização de uma atividade de reflexão semelhante, mas com outros ambientes. Eles podem escolher entre os biomas de interesse e pesquisar as adaptações de plantas e animais que neles ocorrem. É interessante que seja feita uma comparação entre os biomas escolhidos e a Caatinga, de forma que os estudantes percebam a atuação da seleção natural sobre as características dos indivíduos. Questione-os sobre a capacidade de sobrevivência dos animais e plantas da Caatinga em outros ambientes: “Um cacto, por exemplo, conseguiria sobreviver em um ambiente úmido como a Floresta Amazônica?”.

Na sequência, mencione que as características peculiares da Caatinga têm como consequência um elevado grau de endemismo, ou seja, muitas espécies são encontradas apenas nesse ambiente. Isso não significa que não existam espécies semelhantes em outros locais, uma vez que é possível ocorrer evolução convergente quando organismos sofrem pressões de seleção semelhantes em ambientes com características parecidas.

Incentive-os a refletir sobre em quais ambientes poderiam ser encontrados animais e plantas semelhantes aos observados na Caatinga. É fundamental que os estudantes concluam que isso seria possível em ambientes com clima, relevo e características hídricas similares, como os desertos encontrados em vários locais do planeta.

Indicação de leitura

O documento indicado a seguir permite conhecer mais sobre a Caatinga, incluindo suas espécies endêmicas. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203.pdf> (acesso em: 8 nov. 2018).

Orientações didáticas

Explore o boxe *Em pratos limpos*. Se possível, mostre aos estudantes fotografias de fósseis, por exemplo, de *Archaeopteryx*. Explique a eles a relevância dos fósseis como uma das evidências da evolução biológica.

EM PRATOS LIMPOS

Os fósseis são “elos perdidos”?

Em alguns casos, os cientistas descobrem fósseis que apresentam características intermediárias entre grupos que os antecederam e grupos que surgiram da sua evolução. Esses fósseis são conhecidos popularmente como elos perdidos da evolução, como você já viu.

Um caso bem conhecido é o do *Archaeopteryx* (do grego *archaion* = ‘antigo’; *ptéron* = ‘asa’), que significa “ave antiga”, um animal extinto em um período que os cientistas chamam de Jurássico (cerca de 150 milhões de anos atrás).

O *Archaeopteryx* tinha garras (características dos répteis) que lhe permitiam subir em árvores, além de penas nas asas (características das aves), que deveria usar como uma espécie de rede para a captura de insetos. Essas asas provavelmente não propiciavam o voo, apesar de permitirem que esses animais planassem.

Por apresentar essas características intermediárias de réptil e de ave, o *Archaeopteryx* pode ser considerado um dos parentes mais próximos das aves atuais.

A expressão “elo perdido”, cientificamente, é pouco precisa, pois a evolução das espécies não se dá como “elos de uma corrente”. Ela é mais complexa que uma simples cadeia linear na qual falta um elo.



Representação artística do *Archaeopteryx*.
(Cores fantasia.)

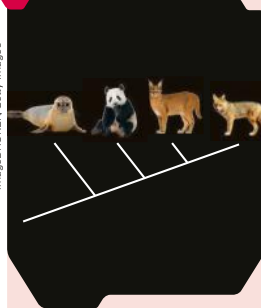
Acesse também!

Introdução à evolução. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/Intro.shtml>> [acesso em: 16 jul. 2018].

Nesse site da USP há muitas informações sobre “evolução”, passando por sua definição, principais mecanismos, padrões de organizações genealógicas e muito mais.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

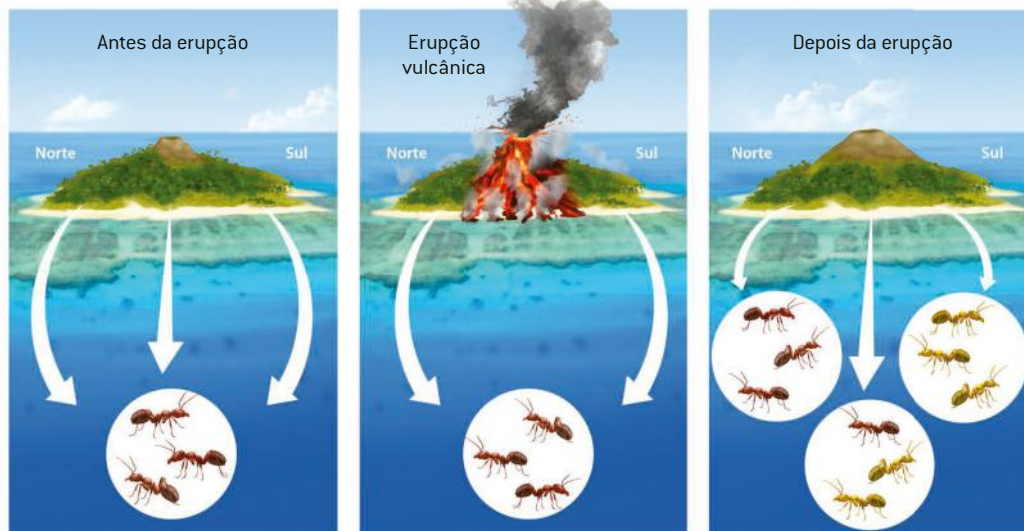
Fotos: Eric Isselée/Shutterstock; imageBROKER/Getty Images



- Como as espécies são formadas e como podem se modificar ao longo do tempo.
- Que as classificações podem ser feitas com base em semelhanças e que as novidades evolutivas compartilhadas em um grupo podem refletir seu parentesco.
- Como conceituar e interpretar uma árvore filogenética.
- Como compreender e identificar um evento de especiação em uma representação de filogenia.
- Como reconhecer na árvore filogenética a posição dos ancestrais comuns aos grupos representados e relacionar esse posicionamento com a presença de características exclusivas.

PENSE E RESOLVA

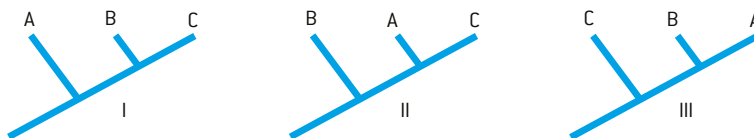
- 1 Suponha que em uma pequena ilha houve a erupção de um vulcão localizado na região central. A lava emitida por essa erupção acabou isolando uma espécie de formiga que habitava toda a ilha em duas populações: a do Norte e a do Sul. Com o passar de muitos anos e muitas gerações, e com o crescimento de vegetação na área destruída pela erupção, as populações de formigas do Norte e do Sul puderam voltar a entrar em contato, como mostra a ilustração a seguir.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Responda:

- a) O que seria necessário ocorrer para que essas populações pudessem ser consideradas duas novas espécies? *a) Se as populações de formigas do Norte e do Sul, ao voltarem a entrar em contato, não conseguirem mais se reproduzir entre si nem produzir descendentes férteis, significaria que se formaram duas novas espécies. Ocorreu, portanto, especiação.*
- b) Caso essas duas populações não tenham se tornado duas novas espécies, como se explicam as diferenças que podem ser observadas em sua coloração? *Essas diferenças na coloração podem ser explicadas pelo fato de que uma mesma espécie também pode sofrer modificações ao longo do tempo.*
- 2 Qual das representações a seguir mostra corretamente a evolução do grupo ABC, sendo as espécies mais aparentadas entre si a A e a C? No caderno, indique qual é a representação correta e justifique sua resposta.



- a) I. c) III. e) Qualquer uma das representações.
- b) II. d) Nenhuma das representações. *Alternativa b. A árvore filogenética II é a correta, pois nela há a representação de um ancestral comum somente às espécies A e C.*
- 3 Consultando a representação da evolução dos primatas na página 59, identifique quais são as espécies mais aparentadas entre si e justifique sua resposta. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 4 O que é necessário para se afirmar que duas espécies são mais aparentadas entre si do que com uma terceira? *Para serem consideradas aparentadas entre si, as duas espécies devem ter um ancestral em comum que apresente novidades evolutivas compartilhadas por essas espécies, mas não pela terceira.*

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

- 1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.
3. As espécies mais aparentadas entre si são o chimpanzé e o bonobo, por serem os únicos que apresentam um ancestral comum exclusivo a eles. Os demais ancestrais comuns que aparecem nos ramos sempre são comuns a três ou mais espécies.
4. Veja a reprodução do livro do estudante.

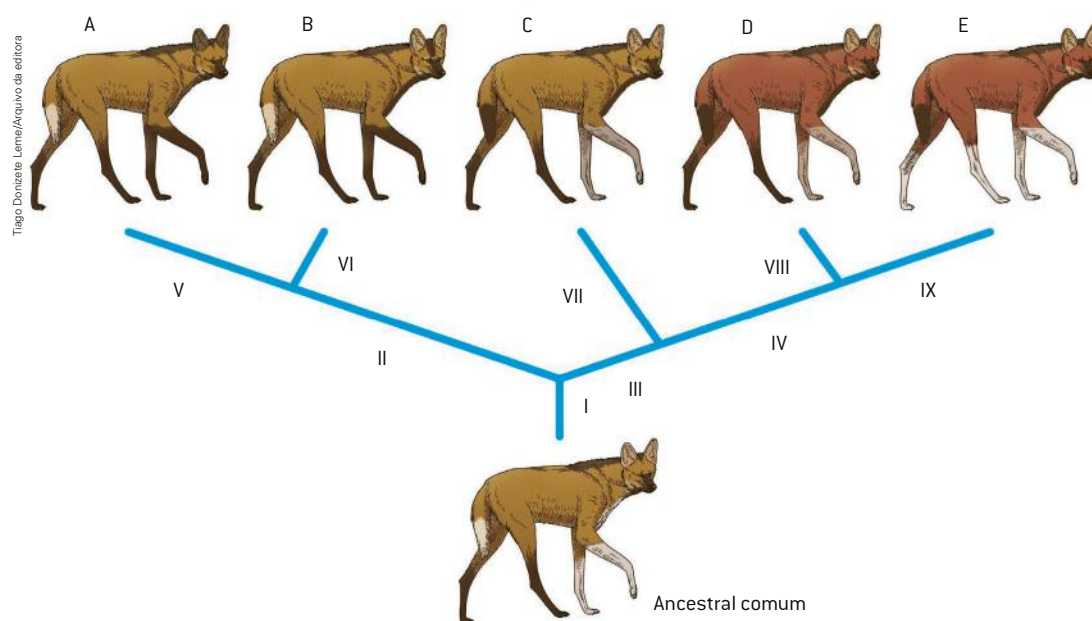
**Respostas e comentários
das questões**

Síntese

1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

SÍNTESE

- 1** No caderno, indique a afirmação **errada** e justifique sua resposta.
 - I. Uma árvore filogenética pode representar a evolução de qualquer grupo de seres vivos, desde bactérias até animais.
 - II. Em uma árvore filogenética, nem sempre existem ancestrais comuns a todos os grupos analisados. *A afirmação II está errada, pois sempre há um ancestral comum na base dos ramos subsequentes de uma árvore filogenética.*
 - III. As novidades evolutivas caracterizam os ramos de uma árvore filogenética.
- 2** Observe a árvore filogenética abaixo, de cinco espécies hipotéticas de lobos-guarás (**A, B, C, D e E**). Essas espécies evoluíram de um ancestral comum, também hipotético, que está representado na base da ilustração. (Em geral, a diferenciação entre espécies é feita com base em vários caracteres. Neste exercício, só levamos em consideração a característica da pelagem.)



Agora, observe as características físicas dos animais e responda às seguintes perguntas:

- a) Qual novidade evolutiva apareceu no ramo **I** e determinou o aparecimento de uma característica comum a todos os lobos? *Peito escuro.*
- b) Qual novidade evolutiva apareceu no ramo **II** e determinou o aparecimento de uma característica comum às espécies **A e B**? *Patas anteriores escuras.*
- c) Qual novidade evolutiva apareceu no ramo **V** e determinou o aparecimento de uma característica presente somente na espécie **A**? *Orelhas escuras.*
- d) Qual novidade evolutiva apareceu no ramo **VI** e determinou o aparecimento de uma característica exclusiva à espécie **B**? *Faixa escura na testa.*
- e) Observe o ramo **III** da árvore filogenética e diga qual espécie surgiu primeiro: **C** ou **E**? *A espécie C, pois a ramificação da qual ela se origina (ramo VII) aparece no mesmo momento em que surge o ancestral comum às espécies D e E (ramo IV).*
- f) Qual novidade evolutiva está presente nas espécies **C, D e E**? *Cauda escura.*

Ser pré-histórico?

Parece uma minhoca, mas tem pernas. Parece uma centopeia, mas seu corpo não é duro. Além disso, suas pernas e antenas são carnosas, e não articuladas. Que bicho é esse? É o perípato, um animal bem diferente de tudo que você já viu. [...]

É difícil encontrar os perípato. Além de esconderem-se no meio das folhas, vivem em poucas regiões do Brasil. Eles possuem características de centopeias e de minhocas. Por isso, durante muito tempo, os biólogos pensaram que os perípato eram o “elo perdido”, o ponto que faltava para completar a história da evolução de dois grandes grupos de animais: os artrópodes (como centopeias, aranhas e mosquitos) e os anelídeos (como

as minhocas e sanguessugas). Segundo essa ideia, seres como as minhocas teriam dado origem aos perípato, que teriam dado origem às centopeias, que teriam dado origem a todos os artrópodes. [...]

Hoje em dia, o perípato não é considerado mais um “elo perdido” e a evolução das minhocas, centopeias e outros seres não parece ter sido tão simples. No entanto, sua importância para entender a evolução não diminuiu. Existem fósseis parecidos com os perípato que datam de 500 milhões de anos, mostrando que esses bichos já andavam pela Terra muito antes dos dinossauros, que só surgiram há 200 milhões de anos. [...]

Fonte: OLIVEIRA, Felipe Bandoni de. **Ciência Hoje das Crianças**. Ser pré-histórico? Publicado em: jun. 2010.



O perípato (*Peripatus* sp.) parece uma mistura de centopeia com minhoca, e não é nada fácil vê-lo.

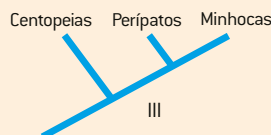
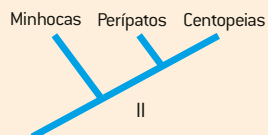
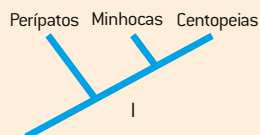
Questões

1. O perípato apresenta características de centopeias e de minhocas e, por isso, os biólogos o consideraram um animal intermediário.

Faça no caderno.

- O que fez os biólogos considerarem, por muito tempo, o perípato como um “elo perdido”?
- Segundo o texto, entre as alternativas a seguir, qual seria a representação da filogenia que os biólogos consideravam correta para representar o perípato como um elo perdido entre os anelídeos e os artrópodes?

A árvore filogenética que considerava o perípato um elo perdido entre os anelídeos e os artrópodes é a II.



Respostas e comentários das questões

Leitura complementar

1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

Habilidades da BNCC

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender o conceito de cromossomos e sua relação com as células somáticas e as sexuais na espécie humana.
- Compreender o papel dos cromossomos na hereditariedade.
- Compreender o conceito de gene e sua relação com os cromossomos.
- Compreender como ocorre a determinação do sexo na espécie humana.
- Identificar cariótipos humanos (normais e com alterações).
- Compreender o conceito de DNA e sua relação com os cromossomos.
- Compreender o modelo da molécula de DNA proposto por Watson e Crick e sua importância para a genética.
- Compreender o significado de mutação (gênica e cromossômica).
- Identificar mutações cromossômicas em cariótipos humanos.

Objeto de conhecimento

- Hereditariedade.



Genética e seus fundamentos



M. Business Images/Shutterstock

Em geral, os membros de uma mesma família têm muitas semelhanças.

É muito comum as pessoas olharem para alguém e dizerem que essa pessoa tem os olhos da mãe, o nariz do pai ou o sorriso da avó. Mas por que temos tantas semelhanças com os parentes e, apesar disso, ainda somos tão diferentes? Como as características passam de uma geração para outra? Todas as características de um ser vivo passam para a geração seguinte? Há características que não se relacionam com a **hereditariedade**?

No capítulo anterior, vimos aspectos sobre parentesco das espécies e que algumas características são transmitidas entre as gerações. Neste capítulo, você vai saber como a humanidade investigou essas e outras questões.

Hereditariedade: (do latim *hereditarium* = 'próprio do herdeiro') conjunto de processos biológicos que resultam na transmissão de características de uma geração a outra.

Problematização/Conhecimentos prévios

As questões apresentadas no início deste capítulo podem ser utilizadas para aferir os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Genética. Sugerimos, portanto, que elas sejam debatidas oralmente, no formato de uma conversa com toda a turma. De modo geral, esse é um tema que costuma despertar o interesse dos estudantes; portanto, aproveite para incentivá-los a comparar seus conhecimentos e dúvidas com os colegas.

Optamos por iniciar o estudo da Genética a partir dos experimentos e conclusões de Mendel. Aproveite essa oportunidade para chamar a atenção para o caráter colaborativo do conhecimento científico, destacando que a preocupação em entender os mecanismos da hereditariedade é bastante antiga e envolveu diversos cientistas além de Mendel.

► Mendel e as origens da Genética

A transmissão de características hereditárias de uma geração para outra, originando indivíduos com semelhanças e diferenças entre si e em relação aos seus pais, é o que chamamos de **herança biológica** ou **hereditariedade**. A área da ciência que estuda a hereditariedade é a **Genética**.

Os primeiros estudos sobre a hereditariedade foram feitos com base nos resultados descritos por um monge chamado Gregor Johann Mendel (1822-1884), que estava interessado em entender se seria possível gerar novas espécies de ervilhas por meio de cruzamentos controlados. Na universidade, ele estudou Ciências Naturais, Física e Matemática.

Em 1866, após muitos anos realizando cruzamentos entre diferentes variedades de ervilhas, Mendel publicou em detalhes os resultados.



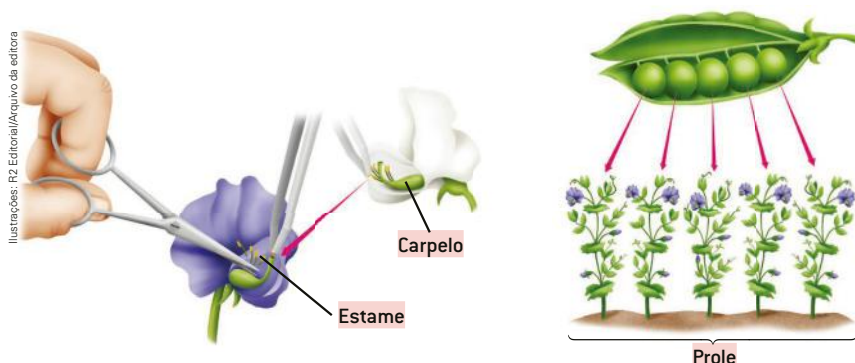
Retrato de Gregor Mendel.

Por que ervilhas?

Por que Mendel estudou as características de ervilhas em seus experimentos?

- São plantas de fácil cultivo.
- Apresentam ciclo de vida curto, possibilitando a observação de várias gerações.
- Produzem grande número de sementes.
- Têm características fáceis de serem observadas e comparadas (ervilhas verdes e amarelas, com vagens lisas e rugosas, etc.).
- Podem se reproduzir por autofecundação (cada flor apresenta estruturas reprodutivas masculinas e femininas), garantindo **linhagens puras** para os cruzamentos.

Mendel pesquisou inicialmente as características de maneira isolada, ou seja, uma de cada vez, partindo sempre de linhagens puras. Observou, por exemplo, o cruzamento de plantas de flor púrpura (roxa) que só originavam plantas de cor púrpura e plantas de flor branca que só originavam plantas de cor branca. Ele conseguia essas linhagens puras fazendo a autofecundação das plantas de maneira artificial, por várias gerações, como mostra o esquema abaixo:



Técnica utilizada por Mendel para cruzar variedades de ervilhas.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Linhagem pura:

conjunto de indivíduos que apresentam as mesmas características observadas nos progenitores. Nos experimentos de Mendel, eram obtidas por autofecundação.

Estame: órgão reprodutor masculino das plantas com flores; é responsável pela produção dos grãos de pólen.

Carpelo: órgão reprodutor feminino das plantas com flores; forma o ovário, onde são produzidos os óvulos da planta.

Prole: conjunto de descendentes.

■ Neste capítulo

Ao resgatar conceitos estudados em momentos e anos anteriores, este capítulo busca construir um modelo explicativo sobre a hereditariedade. Para isso, fizemos um recorte histórico, relacionando os trabalhos de Mendel às principais descobertas de Genética do século XX, com destaque para o modelo da molécula de DNA descrita por Watson e Crick, com contribuição de Franklin. Esse modelo tornou possível entender um pouco mais sobre os mecanismos complexos da hereditariedade a partir de conceitos básicos utilizados pela Genética.

O capítulo também permite o aprofundamento do estudo da Evolução, com a apresentação de teorias que relacionam as ideias evolucionistas e os conhecimentos de Genética.

Desse modo, espera-se que os estudantes sejam capazes de estabelecer um panorama geral dos estudos de Genética e de perceber a importância do desenvolvimento tecnológico para o desenvolvimento da ciência.

Orientações didáticas

Esta página inicia a abordagem dos primeiros estudos de Mendel. Caso considere pertinente, contextualize essas descobertas, falando um pouco sobre o monge agostiniano.

Na sequência, promova a leitura dos tópicos que justificam a escolha das ervilhas para os estudos de Genética e esclareça que foram analisados sete pares de características distintas: cor da semente (amarela ou verde), forma da semente (lisa ou rugosa), cor da vagem (verde ou amarela), forma da vagem (lisa ou ondulada), tamanho da planta (alta ou baixa), posição da flor (axial ou terminal) e cor da flor (branca ou púrpura).

Comente que Mendel passou cerca de sete anos analisando os resultados de seus experimentos e que ele utilizava critérios evidentes para realizar seu trabalho. Mencione ainda que os experimentos realizados pelo monge não foram prontamente reconhecidos, mas que atualmente constituem as bases fundamentais para os estudos em Genética.

Em seguida, realize a leitura coletiva do tópico “Os resultados dos experimentos de Mendel”.

Como atividade complementar, considere pedir aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre a vida de Mendel. Lembre-os de indicar a bibliografia consultada e oriente-os sobre a utilização de fontes confiáveis. Essa atividade pode contribuir para desconstruir certas ideias presentes no senso comum, como a de que cientistas, geralmente, são pessoas muito distantes da população.

Os resultados dos experimentos de Mendel

Nos seus experimentos, Mendel observou diversas características, além da cor das flores, como mostra o quadro abaixo. Uma das características observadas nos experimentos foi a cor da semente das ervilhas.

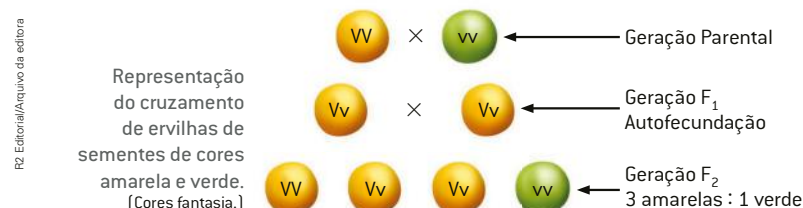
Características das ervilhas							
	Forma da semente	Cor da semente	Forma da vagem	Cor da vagem	Cor da flor	Posição da flor	Tamanho da planta
Dominante	 lisa	 amarela	 lisa	 verde	 púrpura	 axial (ao longo do caule)	 alta
Recessiva	 rugosa	 verde	 ondulada	 amarela	 branca	 terminal (na ponta do caule)	 baixa

Características das ervilhas estudadas por Mendel em seus experimentos. A partir deles, ele pôde concluir quais características eram dominantes e quais eram recessivas.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Quando Mendel cruzou ervilhas de sementes amarelas de linhagem pura com ervilhas de sementes verdes, também de linhagem pura, obteve somente descendentes com sementes de cor amarela. Essa primeira geração foi chamada **geração parental** ou **geração P**, e a geração dos descendentes, de geração F_1 . Todos os indivíduos dessa geração apresentaram sementes amarelas.

Continuando seu experimento, Mendel fez a autofecundação dos indivíduos da geração F_1 , obtendo, desta vez, indivíduos com sementes amarelas e indivíduos com sementes verdes, na proporção de três indivíduos com sementes amarelas para um indivíduo com sementes verdes (3:1). Repetiu esses cruzamentos por diversas vezes, obtendo sempre o mesmo resultado. Observe a ilustração abaixo.



Com esse resultado, Mendel concluiu que a cor das sementes era determinada por um par de fatores hereditários (que, posteriormente, receberam o nome de **alelos**), ou seja, de fatores responsáveis pelas características dos indivíduos, que poderiam passar de uma geração para outra por meio da reprodução.

Alelos: variações de um mesmo gene.

Atividade complementar

Pesquisa: A vida de Mendel

Muitos cientistas ficaram imortalizados pela sua contribuição para a evolução do conhecimento humano. Geralmente, são mencionados somente por suas ideias e descobertas, sendo seus estilos de vida e o que gostavam de fazer desconhecidos do público em geral. Proponha aos estudantes que pesquisem sobre a vida e a obra de Mendel, enfatizando curiosidades e fatos incomuns.

Organize uma dinâmica na classe para que os estudantes possam compartilhar os resultados de suas pesquisas. Destaque o contexto histórico relacionado com a vida de Mendel e as condições em que ele realizou seus experimentos.

Na formação dos gametas masculinos e femininos, cada gameta carregaria um dos fatores (alelo) que se reuniriam na formação do zigoto para formar um novo ser. No cruzamento entre dois indivíduos, cada um deles contribuiria, portanto, com um dos fatores hereditários.

Como na segunda geração (F_1) não apareceram ervilhas com sementes verdes, Mendel concluiu que a semente amarela tinha um fator hereditário (alelo) dominante, representado no esquema por **V**, e que a semente verde tinha um fator hereditário (alelo) recessivo, representado no esquema por **v**. Todavia, esses indivíduos apresentavam os dois fatores (dominante **V** e recessivo **v**).

O fator hereditário (alelo) dominante está representado pela letra **V** maiúscula e o fator hereditário (alelo) recessivo pela letra **v** minúscula. Note que o fator recessivo (**v**) só se expressa, ou seja, provoca o aparecimento de um indivíduo com semente de cor verde quando não está com o fator dominante (**V**). Mas por que a proporção de indivíduos na geração F_2 , obtida a partir da autofecundação dos indivíduos da geração F_1 , foi de três indivíduos com semente amarelas para um indivíduo com sementes verdes, ou 75% de sementes amarelas para 25% de sementes de cor verde?

Para ajudá-lo a responder a esta questão, observe o quadro a seguir, representando o cruzamento entre indivíduos da geração F_1 e seus respectivos fatores hereditários (alelos) separados.

R2 Editorial/Arquivo da edição	Carpelo Estame	V	v
	V	 VV	 Vv
	v	 vV	 vv

Cruzamento entre dois indivíduos da geração F_1 .
[Cores fantasia.]

O carpelo (parte feminina da flor) e o estame (parte masculina da flor) possuem os dois fatores hereditários (**V** e **v**). No processo de fecundação, cada um contribuirá com um dos fatores, podendo gerar quatro possibilidades de combinação – três indivíduos com sementes amarelas para um indivíduo com semente verde.

Os indivíduos que apresentam somente um tipo de fator hereditário são chamados de **homozigotos**, e os que apresentam dois tipos hereditários são chamados de **heterozigotos**. Portanto, no quadro anterior temos representada a proporção de dois indivíduos heterozigotos (**Vv** e **vV**) para um indivíduo homozigoto dominante (**VV**) e um indivíduo homozigoto recessivo (**vv**). Mendel realizou cruzamentos de ervilhas observando diversas características, obtendo sempre os mesmos resultados. No cruzamento de ervilhas de linhagens puras diferentes, para uma mesma característica, obteve 100% de indivíduos com a característica dominante na geração F_1 ; e 75% de indivíduos com característica dominante e 25% de indivíduos com característica recessiva na geração F_2 .

Esses resultados permitiram a formulação de um princípio geral ou lei conhecida como **Primeira Lei de Mendel**: “As características dos indivíduos são determinadas por um par de fatores hereditários que se separam na formação dos gametas”.

Orientações didáticas

Sugerimos que os estudos preliminares realizados por Mendel e suas conclusões sejam apresentados de forma expositiva e linear, com a construção de desenhos e esquemas. Trata-se de um assunto complexo; portanto, certifique-se de que a explicação ocorra de forma pausada e gradual, de modo que os estudantes possam compreender bem o assunto, e não apenas memorizá-lo. Nestas páginas, optamos por apresentar somente a Primeira Lei de Mendel.

Caso considere relevante, aproveite a oportunidade para revisar brevemente a reprodução nas plantas, em especial as angiospermas, assunto estudado no 8º ano.

Como tarefa de casa ou na própria aula, solicite aos estudantes que resolvam as atividades 1, 2 e 3 da seção *Pense e resolva* (página 78). Caso julgue pertinente, oriente a elaboração de um glossário ou de fichas de estudos que contribuam para a fixação dos novos conceitos abordados neste capítulo.

Orientações didáticas

Para melhor compreensão da diferença entre fenótipo e genótipo, abordada no box *Um pouco mais*, reveja com os estudantes os principais conceitos e relações sobre reprodução humana, estudados no 8º ano. Comente que algumas pessoas podem apresentar em seu genótipo um gene para determinada doença, porém algumas expressarão essa doença em seu fenótipo, outras não. É importante destacar que o fenótipo não é condicionado unicamente pelo genótipo, enfatizando a influência de diversas variáveis ambientais para a determinação fenotípica.

Relembre que, a partir da puberdade, por ação dos hormônios sexuais, inicia-se, na maioria das mulheres, a liberação de células sexuais (ovócitos) dos ovários, processo conhecido por ovulação. Se houver encontro das células sexuais femininas com as masculinas (os espermatozoides), ocorrerá a fecundação e a formação do zigoto ou célula-ovo. A célula-ovo divide-se em duas células, que também se dividirão, formando quatro células, e assim sucessivamente. Após aproximadamente uma semana, um conjunto formado por cerca de 100 células chegará ao útero e poderá se fixar no endométrio, processo conhecido por nidação.

De maneira superficial, comente como se formam os gêmeos monozigóticos. Esclareça que, por se originarem de uma única célula-ovo, os indivíduos terão as mesmas características genéticas (genótipo), mas que, ao longo da vida, elas poderão se diferenciar de acordo com a relação estabelecida com o ambiente e suas experiências pessoais. Ressalte, por fim, que todos somos indivíduos únicos, resultado da interação entre o nosso patrimônio genético e o meio ambiente.

Ele também concluiu que, entre os fatores hereditários (alelos), havia uma relação de dominância de um alelo sobre o outro, fazendo com que o alelo recessivo só pudesse se manifestar quando em duplicata, ou seja, sem a presença do alelo dominante.

Após os primeiros experimentos de Mendel, surgiram muitas dúvidas e questões relacionadas à transmissão de características de uma geração para outra. Será que todas as características dos seres vivos são determinadas por um par de fatores hereditários? Um fator hereditário sempre é dominante sobre o outro? Quais seriam os resultados se analisássemos várias características dos seres vivos ao mesmo tempo?

Os mecanismos da hereditariedade são bastante complexos e envolvem outras variáveis, não observadas inicialmente por Mendel em seus experimentos. Neste momento de seus estudos, porém, não cabe maior aprofundamento.

Todavia, os experimentos de Mendel e suas conclusões são considerados até hoje o ponto de partida para estudarmos e entendermos as bases da hereditariedade nos seres vivos.



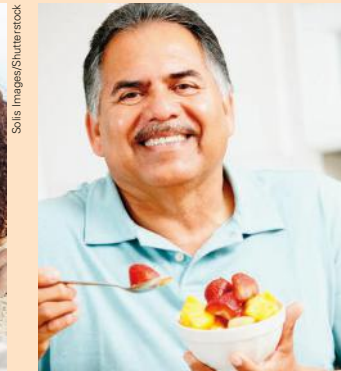
UM POUCO MAIS

Fenótipo e genótipo

O conjunto de genes de um indivíduo é chamado de genótipo, e características observáveis constituem seu fenótipo. Algumas características como cor de pele, altura, formato do nariz, tamanho dos olhos, entre outras, geralmente podem ser observadas com facilidade. Outras, como a falta de produção de determinada substância ou o tipo sanguíneo, necessitam de uma investigação mais detalhada.

O fenótipo é a expressão apenas parcial do genótipo. Dizemos parcial porque, desde o momento em que nascemos, interagimos com o meio ambiente. Consumimos diversos tipos de alimentos, ficamos expostos às radiações solares, entramos em contato com outros seres vivos, fazemos exercícios físicos e assim por diante.

Essa interação constante com o meio ambiente influencia a expressão do genótipo. Portanto, mesmo gêmeos idênticos, ou seja, que possuem o mesmo genótipo, terão fenótipos diferentes em função da relação que estabelecerão com o meio ambiente.



A maneira como nos relacionamos com o meio ambiente influencia nosso fenótipo.

70

Texto complementar

Albinismo

É um distúrbio genético que se caracteriza pela ausência total ou parcial da melanina (pigmento responsável pela coloração da pele, dos pelos e dos olhos). Pessoas com albinismo apresentam pele muito branca, olhos, cabelos, cílios e demais pelos do corpo extremamente claros.

Tipos de albinismo:

- **Óculo-cutâneo:** afeta a pele, cabelos e olhos: o principal problema para a pele é a exposição ao sol, que provoca queimaduras. Se a exposição for diária e prolongada, com o passar do tempo podem surgir lesões muito graves, inclusive câncer de pele. Poucos minutos no sol, sem proteção, podem provocar queimaduras de 2ª e 3ª graus na pele

► A Primeira Lei de Mendel aplicada a outras situações

A Primeira Lei de Mendel, embora não explique a manifestação de muitas características nos seres vivos, pode ser aplicada com sucesso a algumas situações, como é o caso do albinismo nos seres humanos.

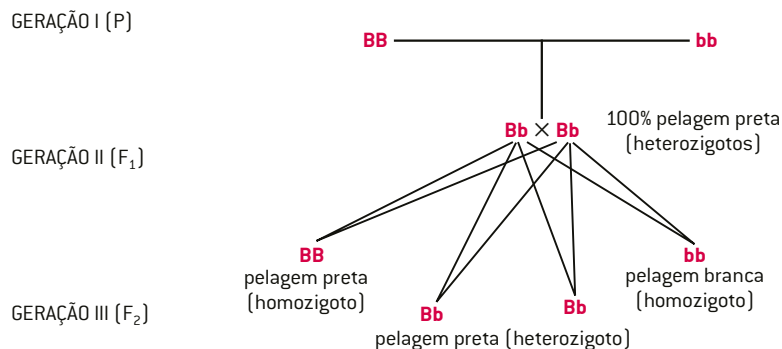
O albinismo é uma variação genética caracterizada pela ausência total ou parcial de melanina (substância de pigmentação), responsável pela cor da pele, dos cabelos e dos olhos. Indivíduos albinos apresentam pele muito clara, cabelos brancos e olhos azuis ou avermelhados. O albinismo é uma característica recessiva, ou seja, para que um indivíduo seja albino, é necessário que tenha recebido um alelo recessivo do pai e um alelo recessivo da mãe. Caso contrário, se o indivíduo tiver apenas um dos alelos recessivos, ele não apresentará o fenótipo albino.

Representando o alelo responsável pela pigmentação não albina (dominante) pela letra **A** e o alelo para albinismo por **a**, poderemos ter indivíduos homocigotos não albinos (**AA**), heterocigotos não albinos (**Aa**) e recessivos albinos (**aa**).

Existem algumas formas de albinismo nas quais só os olhos são afetados pela falta de pigmentação (albinismo ocular), enquanto a pele permanece sem alteração na pigmentação.

A pelagem em cães é um outro exemplo ao qual podemos aplicar a Primeira Lei de Mendel. A cor preta do pelo é dominante sobre a cor branca, assim como o pelo curto é dominante sobre o pelo longo. Dessa forma, se cruzarmos dois indivíduos homocigotos, um de pelo preto e outro de pelo branco, todos os descendentes terão pelo preto, mas serão heterocigotos. Cruzando indivíduos de pelo preto heterocigotos, poderemos ter descendentes de pelo preto ou de pelo branco, mas na proporção de três indivíduos de pelo preto para um indivíduo de pelo branco.

Considerando a letra **B** para indicar o alelo dominante e a letra **b**, o alelo recessivo, teríamos a seguinte situação:



A cor da pelagem dos cães é um caso típico da genética mendeliana.



Pessoas albinas correm mais riscos de apresentar problemas relacionados à exposição ao Sol, pela falta de melanina na pele e nos olhos, pois ela funciona como um filtro natural. Todavia, todas as pessoas devem utilizar protetor solar e evitar exposição prolongada ao Sol, independentemente do tom de pele.

Orientações didáticas

É importante que os estudantes tenham compreendido a Primeira Lei de Mendel e os conceitos de geração P, F₁, F₂, homocigoto e heterocigoto. Caso julgue necessário, aproveite essa oportunidade para fazer uma revisão desses conceitos.

Promova a leitura coletiva do tópico “A Primeira Lei de Mendel aplicada a outras situações” e discuta seus conceitos, certificando-se de que os estudantes compreenderam bem as situações apresentadas. É provável que eles demonstrem curiosidade em entender a transmissão de outras características observadas na espécie humana e em outros seres vivos com base na Primeira Lei de Mendel. Explique que são poucas as características cuja transmissão entre as gerações pode ser explicada dessa forma.

Indicação de leitura

Para saber mais sobre alguns conceitos de Genética aplicados ao contexto escolar, recomendamos a consulta à revista indicada a seguir:

Genética na Escola. *Revista da Sociedade Brasileira de Genética*. Disponível em: <www.geneticanaescola.com.br/> [acesso em: 23 out. 2018].

de pessoas albinas. Em países tropicais, onde o sol está presente em todas as estações do ano, o uso de bloqueadores solares é imprescindível;

- **Ocular:** afeta unicamente os olhos. O albinismo ocular geralmente vem acompanhado de astigmatismo e hipermetropia, movimento irregular do olho, estrabismo e fotofobia (sensibilidade à luz).

Pessoas com albinismo devem iniciar o acompanhamento por profissionais de saúde assim que o problema for detecta-

do. A terapia visual prevenirá problemas nos olhos e na visão, proporcionando o desenvolvimento necessário para as atividades escolares, trabalho e lazer.

As principais complicações do albinismo são o câncer de pele e a cegueira.

[...]

BRASIL. Ministério da Saúde. **Albinismo**. Biblioteca Virtual em Saúde, 29 dez. 2015. Disponível em: <<http://bvsm.sau.gov.br/dicas-em-saude/2187-albinismo>> (acesso em: 6 nov. 2018).

Orientações didáticas

A compreensão e utilização de heredogramas para a análise da transmissão de características entre gerações necessita de um maior grau de atenção por parte dos estudantes.

Sugerimos que o heredograma desta página seja reproduzido no quadro de giz, elaborando-o coletivamente com os estudantes. Caso considere pertinente, utilize o mesmo heredograma para formular outras questões, além daquelas apresentadas no texto principal.

Solicite aos estudantes que, em duplas, formulem um problema envolvendo o caráter albinismo ou as características das ervilhas estudadas por Mendel. Em seguida, solicite às duplas que troquem entre si os problemas formulados e que os resolvam utilizando um heredograma. Sugerimos que a correção dos problemas seja realizada coletivamente, no quadro de giz, a fim de compartilhar as atividades com toda a turma.

Heredograma

Para facilitar a visualização e a análise da transmissão de características de uma geração para outra, e podermos estimar o fenótipo e o genótipo de cada indivíduo, foram criados os **heredogramas**, representações que ilustram o grau de parentesco entre os organismos e em quais indivíduos pode ser observada certa característica.

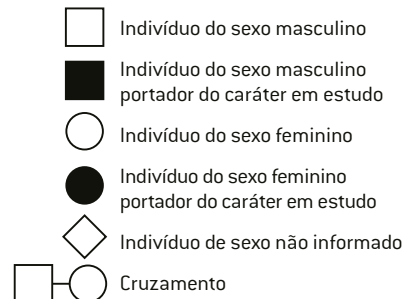
Os heredogramas possuem alguns símbolos para indicar certas variáveis importantes no estudo da transmissão de informações genéticas. Ao utilizarmos um heredograma, podemos visualizar as possibilidades de genótipo e fenótipo nas gerações em estudo.

Vamos analisar, como exemplo, o heredograma ao lado, que representa o cruzamento entre um homem [1] e uma mulher [2] com coloração de pele não albina. Eles tiveram três filhos, sendo dois homens com coloração de pele não albina e uma mulher albina. Esta, por sua vez, se casou com um homem de pele também não albina.

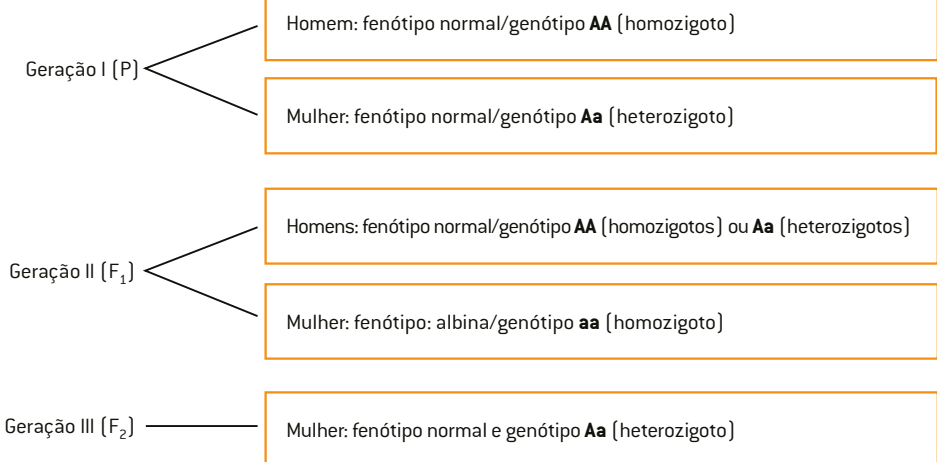
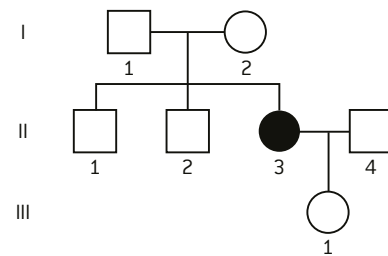
Considerando a letra **A** para indicar o alelo não albino dominante e **a** o alelo recessivo para albinismo, suponha que na geração I (parental) o homem seja homozigoto e a mulher heterozigota, e na geração II (F_1) o homem que casou com a mulher albina seja homozigoto.

Com essas informações podemos determinar o fenótipo e o genótipo de todos os indivíduos?

Vamos ver a seguir.



Alguns dos principais símbolos utilizados nos heredogramas.



Com base na análise de heredogramas, podemos estabelecer relações entre os fenótipos e genótipos de determinada geração com as anteriores, bem como prever as possibilidades de ocorrência destes para gerações futuras.

Nesse caso, qual seria o genótipo do homem com quem se casou a mulher albina da geração II, considerando a característica fenotípica da geração III?

► Século XX – a história continua

O século XX foi considerado o século de maior produção científica e tecnológica de toda a história da humanidade. Na área da Genética, houve a redescoberta dos trabalhos de Mendel e os avanços dos estudos das células (com a evolução dos microscópios e das técnicas de observação), além das contribuições de outras áreas, como a Química e a Física. Esse cenário provocou mudanças profundas na maneira de entender a hereditariedade. Um passo importante foi a descoberta dos **genes** e dos **cromossomos**.

Os cromossomos humanos

No interior da maioria das células do corpo humano, em determinados momentos, o material genético organiza-se formando os cromossomos. A espécie humana tem, nas **células somáticas** (células não reprodutivas), **46 cromossomos** agrupados em **23 pares**. Já nos gametas (**células sexuais**), há a metade da quantidade das células somáticas, ou seja, **23 cromossomos**.

O conjunto de cromossomos de um indivíduo é chamado **cariótipo**. O cariótipo pode ser representado por meio de um **cariograma**, no qual os pares de cromossomos são colocados em ordem decrescente de tamanho e, no caso dos seres humanos, numerados de 1 a 22. Geralmente, ficam destacados os cromossomos sexuais: o **X** e o **Y**.

As células somáticas são todas as células que fazem parte da estrutura do corpo, desempenhando diversas funções, e as células sexuais têm como função a reprodução.



[Ampliação desconhecida. Cores artificiais.]

Cariograma feito a partir de fotomicrografia dos cromossomos humanos. Pela presença do cromossomo Y, sabe-se que esse cariótipo pertence a um homem.

Orientações didáticas

Para abordar os avanços da Genética no século XX, chame a atenção dos estudantes para o fato de que, no século XIX, Mendel fez experimentos macroscópicos e contou basicamente com sua capacidade de observação para elaborar o modelo explicativo sobre hereditariedade. No século XX, o desenvolvimento tecnológico, principalmente da microscopia e da Bioquímica, proporcionou um avanço significativo no campo da Genética.

Oriente a leitura coletiva dos tópicos “Os cromossomos humanos”, “A transmissão das informações hereditárias”, “Formação dos cromossomos” e “Genes” (páginas 73 a 75). Após a leitura, construa um esquema no quadro de giz ou *slide*, semelhante à ilustração do livro do estudante, que mostre a relação entre célula, cromossomo, DNA e gene, conceitos frequentemente confundidos pelos estudantes.

Atividade complementar

Para auxiliar na compreensão e na sistematização dos conceitos estudados até o momento, proponha aos estudantes que elaborem, em duplas ou trios, um jogo de palavras cruzadas contendo os seguintes conceitos: cromossomos, genes, cariótipo, heredograma, célula sexual, célula somática, espermatozoide, ovócito, albinismo, homozigoto, heterozigoto. Ao final da atividade, organize a turma de modo que os estudantes possam realizar as atividades propostas pelos colegas.

Orientações didáticas

Explique o processo de meiose e a determinação do sexo na espécie humana. Caso considere pertinente, solicite aos estudantes que organizem, no caderno, um glossário ou resumo contendo os seguintes conceitos: células sexuais, células somáticas, cromossomos sexuais, meiose, cariótipo e cariograma. É importante que esses conceitos estejam bem claros para a turma, de modo que os estudantes possam incorporá-los ao seu repertório pessoal.

Apresente o modelo da molécula de DNA, chamando a atenção para a importância da sequência das bases nitrogenadas para a determinação dos genes e, portanto, das características de um indivíduo. Caso considere pertinente, compare as bases nitrogenadas aos símbolos de um código no qual a alteração da sequência de um dos símbolos pode alterar a mensagem que se quer transmitir.

Atividade prática complementar

Extração de DNA de morango

A atividade poderá ser feita em pequenos grupos de estudantes ou por você de forma demonstrativa. Os materiais utilizados são simples de serem adquiridos e podem ser adaptados. Nesta atividade, eles poderão enxergar o DNA e compreender melhor o significado do termo “modelo”. É muito comum que os estudantes tenham a expectativa de, após a extração do DNA, enxergar a estrutura de dupla-hélice em espiral.

Material: morangos; saco plástico; tubo ou copo plástico; papel-filtro; detergente comum; sal grosso; álcool absoluto ou 70%.

Procedimentos

1. Pegue um morango, retire seu cabo verde, amasse-o e coloque-o dentro de um saco plástico.
2. Pegue um tubo plástico ou um copo plástico e coloque um papel-filtro (como um filtro de café) em sua porção superior.

3. Adicione uma colher de chá de detergente e uma pitada de sal grosso ao morango amassado.
4. Misture bem e passe o líquido pelo papel-filtro.
5. Adicione álcool à mistura filtrada: coloque aproximadamente o dobro de álcool em relação ao volume total da mistura de morango.
6. Depois de adicionar o álcool, mexa bem. Use um bastão de vidro, se possível.

7. O DNA, extraído juntamente com algumas impurezas como proteínas, vai formar uma “nuvem” na mistura. Você pode separar essa nuvem transferindo o líquido para outro recipiente.

Resultados e discussão

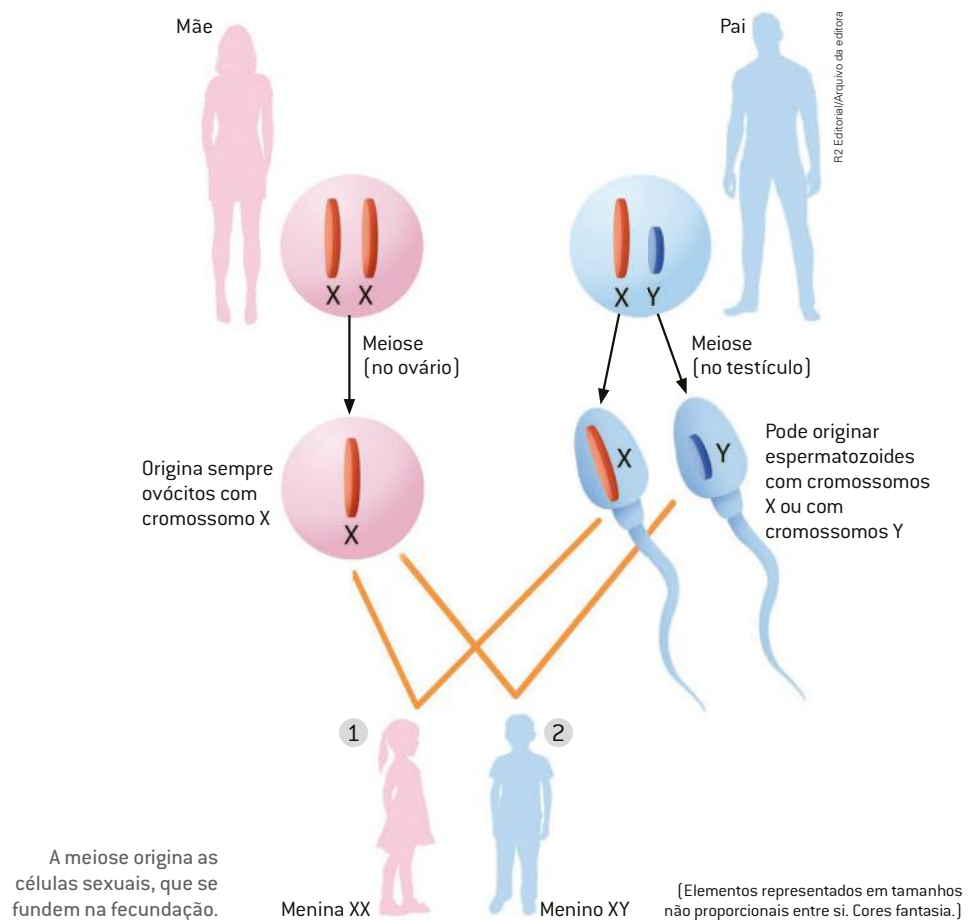
Amassar o morango ajuda a quebrar mecanicamente as membranas de suas células. O sal proporciona um ambiente favorável ao processo de extração, pois contribui com íons positivos (Na^+), neutralizando a carga negativa do DNA.

A transmissão das informações hereditárias

As células sexuais são formadas por um processo de divisão celular chamado **meiose**. Nesse processo, uma célula somática [célula inicial] divide-se, formando quatro células-filhas. Como as células somáticas humanas contêm 46 cromossomos, o processo de meiose origina células sexuais com 23: cada óvulo (que, como você viu no 8º ano, é, nessa fase, ainda um ovócito) tem 22 cromossomos mais um cromossomo X; cada espermatozoide tem 22 cromossomos mais um cromossomo X ou um cromossomo Y. São os cromossomos X e Y que determinam o sexo das pessoas – as mulheres apresentam **XX** e os homens, **XY**.

Os cromossomos carregam as informações genéticas, responsáveis pela transmissão de inúmeras características, como a cor da pele ou do cabelo, além da determinação do sexo. É por isso que os filhos têm características semelhantes às dos pais: eles recebem, na fecundação, cromossomos de ambos.

Na fecundação, ou seja, na fusão do espermatozoide com o ovócito, os 23 cromossomos transportados pelo espermatozoide e os 23 transportados pelo ovócito se juntam, formando um conjunto de 46 cromossomos [23 pares]. O zigoto sofrerá divisões sucessivas, se tornará um embrião e, posteriormente, um indivíduo completo.

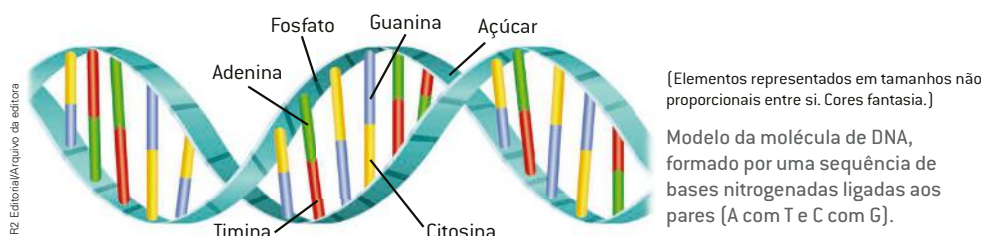


Formação dos cromossomos

Os cromossomos são formados, em grande parte, por uma substância chamada **DNA** (ou **ácido desoxirribonucleico**). Embora desde o início do século XX já se conhecesse o papel dos cromossomos na hereditariedade, esse reconhecimento ocorreu somente na década de 1940. Durante muitos anos, pesquisadores desenvolveram inúmeros estudos tentando entender como o DNA poderia ser responsável pelas características hereditárias.

Uma das investigações procurava compreender como era formada a molécula de DNA, ou seja, qual sua constituição e qual sua estrutura. Em 1953, os cientistas Francis Crick (1916-2004) e James Watson (1928-) apresentaram um modelo para essa molécula, representando-a de modo semelhante a uma escada torcida. Para que eles chegassem a esse modelo, foi fundamental a contribuição de Rosalind Franklin (1920-1958), bioquímica que na época trabalhava com uma técnica de determinação da estrutura das moléculas conhecida como cristalografia de raios x. Segundo o modelo proposto por Crick e Watson, o DNA é uma grande molécula formada por inúmeras moléculas menores que se ligam umas às outras: os “corrimões” da escada são formados por um tipo de açúcar ligado a um grupo fosfato. Já os “degraus” são moléculas chamadas de bases nitrogenadas.

No DNA existem quatro tipos de bases nitrogenadas: **adenina (A)**, **guanina (G)**, **citossina (C)** e **timina (T)**. Essas bases se ligam duas a duas, sempre do seguinte modo: a adenina liga-se à timina, enquanto a citossina liga-se à guanina.



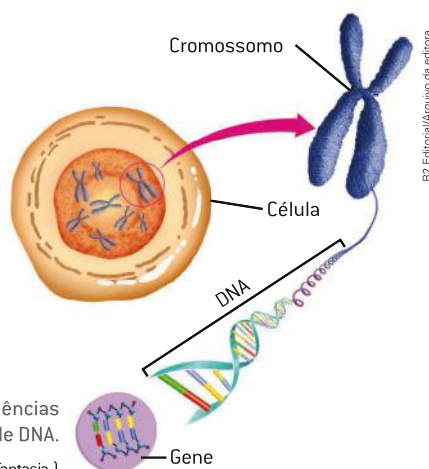
Genes

Uma determinada sequência de bases nitrogenadas, que corresponde a um pedaço de DNA, é um **gene**. De forma muito simplificada, podemos dizer que os genes transmitem o potencial de geração das características herdadas geneticamente, como a cor dos olhos ou da pele, a tendência à calvície, doenças como a hemofilia (doença que impede a coagulação do sangue), entre outras.

Por meio das informações contidas nos genes, as células produzem substâncias (proteínas) que participam de sua estrutura e de seu funcionamento, relacionando-se com muitas das características observadas nos seres vivos.

Cada cromossomo é formado por longas sequências de bases nitrogenadas da molécula de DNA.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



Orientações didáticas

O entendimento da estrutura de uma molécula pode ser algo bastante abstrato para os estudantes. Além disso, nessa faixa etária, a compreensão do conceito de “modelo” utilizado na ciência ainda está em fase de construção. Portanto, para auxiliar o trabalho dessas questões, proponha a montagem de maquetes do modelo da molécula de DNA utilizando diversos materiais. A atividade poderá ser feita individualmente ou em pequenos grupos, em etapas, conforme a sugestão a seguir. O resultado poderá fazer parte de uma exposição para o restante da escola.

Atividade prática complementar

Construção de uma maquete do modelo da molécula do DNA

Pesquisa

Como primeira etapa, peça aos estudantes que façam uma pesquisa em diversas fontes sobre as características da molécula do DNA. Antes de iniciar a pesquisa, eles devem formular algumas questões sobre o assunto nas quais gostariam de se aprofundar.

Projeto da maquete

Solicite aos estudantes que desenvolvam um projeto de construção da molécula. O projeto deve conter um desenho de como será a maquete, a indicação dos materiais a serem utilizados, além do tamanho, base de fixação, suporte e outros elementos. Um texto descritivo pode complementar o desenho do projeto.

Montagem do painel

Para compor a exposição de maquetes, organize com os estudantes a montagem de painéis. Estes podem conter o resumo da pesquisa realizada na primeira etapa, o projeto da maquete e fotografias do processo.

O detergente destrutura as moléculas de lipídios presentes nas membranas celulares. O DNA é insolúvel em álcool e, desse modo, se separa da solução. Por ter menor densidade que os outros constituintes celulares, o DNA aparece na superfície da solução.

Discuta o procedimento e os resultados com os estudantes. Como tarefa de casa, você pode solicitar que eles organizem um relatório desta aula.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Mutações gênicas e cromossômicas”. Discuta a diferença entre os dois tipos de mutação, chamando a atenção para o fato de que as cromossômicas, ao contrário das gênicas, podem ser observadas no cariótipo de um indivíduo. Por fim, solicite aos estudantes que se organizem em duplas e resolvam as atividades 8 e 9 da seção *Pense e resolva* e as atividades das seções *Síntese* e *Desafio* [página 79].

Atividade complementar

Pesquisa sobre mutações

Para complementar este assunto, que geralmente desperta muito interesse e curiosidade nos estudantes, proponha como tarefa a realização de uma pesquisa sobre outras mutações (gênicas ou cromossômicas), além das descritas no capítulo. As apresentações poderão ser feitas oralmente após sorteio no final da aula, com duração de aproximadamente 2 minutos cada uma.

Mutações gênicas e cromossômicas

Diversos fatores podem causar alterações nos genes e nos cromossomos, também chamadas de **mutações**. Uma alteração na posição de uma base nitrogenada em um gene pode resultar em mudança de alguma característica do indivíduo.



Eletromicrografia de varredura de hemácias de pessoa portadora de anemia falciforme.

(Ampliação aproximada de 9 000 vezes. Cores artificiais.)

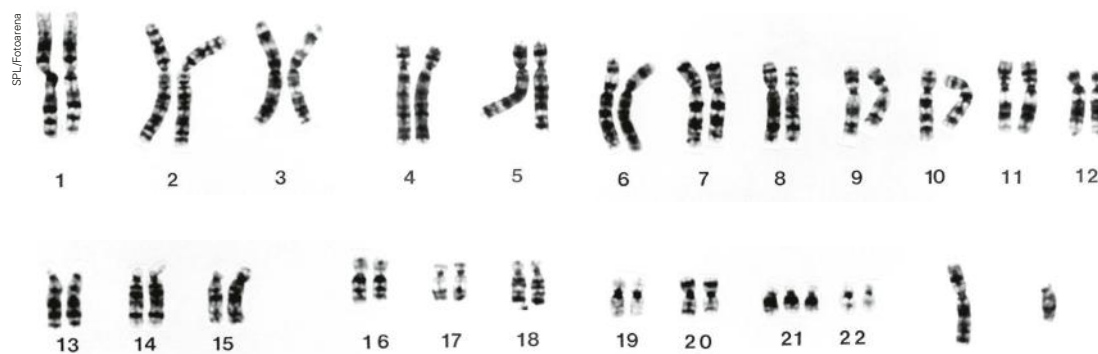
As mutações que afetam os genes, provocando alterações na sequência de bases nitrogenadas (troca, acréscimo ou remoção de uma ou mais bases, por exemplo), são chamadas de **mutações gênicas**. A anemia falciforme é um exemplo de doença causada por mutação gênica: os indivíduos apresentam hemácias com forma de foice, o que afeta sua função de transporte e distribuição do oxigênio para as demais células do corpo.

As **mutações cromossômicas** ocorrem quando os indivíduos apresentam alterações na estrutura ou no número de cromossomos em suas células.

A **síndrome de Turner** é um exemplo de mutação cromossômica, relacionada aos cromossomos sexuais. Os indivíduos apresentam 22 pares de cromossomos e apenas um cromossomo sexual, o X. São características da síndrome de Turner órgãos sexuais femininos com ovários atrofiados e não funcionais, baixa estatura e tórax largo.

Há, geralmente, anomalias renais e cardiovasculares.

A **síndrome de Down** também é chamada de trissomia do cromossomo 21, pois os portadores apresentam 3 cromossomos 21, em vez de dois. Pessoas com síndrome de Down comumente apresentam baixa estatura, têm crânio achatado e face arredondada. Existe uma variação muito grande na maneira como essa síndrome pode se apresentar; as deficiências neurológicas que podem se manifestar não impedem que essas pessoas estudem, aprendam e tenham vida profissional.



Cariograma de portador de síndrome de Down. Note que há três cromossomos no número 21. (Ampliação desconhecida.)

Indicações de sites

[acesso em: 6 nov. 2018]

Caso haja possibilidade, para contextualizar os avanços na área da Genética, apresente aos estudantes algumas notícias ou artigos científicos recentes que envolvam pesquisas sobre mutações, como os sugeridos a seguir:

- ZIEGLER, Maria Fernanda. Mutações não hereditárias são principal causa de câncer de mama em mulheres jovens. *Agência Fapesp*, 28 ago. 2018. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/mutacoes-nao-hereditarias-sao-principal-cao-de-cancer-de-mama-em-mulheres-jovens/28573/>>.
- MARTÍN, Bruno. Mutação genética elimina uma população de mosquitos transmissores de malária. *El País*, 25 set. 2018. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/09/21/ciencia/1537540615_787739.html>.

► Uma nova explicação sobre evolução

Para entender como os conhecimentos na área da Genética contribuíram para a revisão do darwinismo, vamos lembrar de um fenômeno que você estudou no 8º ano, ocorrido na Inglaterra durante a Revolução Industrial, conhecido como **melanismo** industrial.

A poluição provocada pelas fábricas modificou o meio ambiente, tornando os troncos das árvores negros de fuligem e colocando as mariposas pretas (mutantes) em vantagem em relação às mariposas claras, que, ficando em evidência, começaram a ser mais predadas pelos pássaros.

Como consequência, a população de mariposas pretas foi aumentando, e a população de mariposas claras, diminuindo.

Podemos concluir que, em função da mudança do meio ambiente, houve uma seleção natural das mariposas portadoras de uma mutação mais favorável do ponto de vista adaptativo. As mariposas mutantes (pretas), que em um ambiente não poluído estavam em desvantagem, passaram a apresentar vantagem adaptativa diante das novas condições ambientais. O exemplo das mariposas nos ajuda a entender de que maneira podemos explicar a evolução dos seres vivos pela teoria da seleção natural proposta por Darwin e pelos conhecimentos construídos pela Genética.

Os seres vivos são portadores de um material genético que pode sofrer mutações, tornando-os mais ou menos adaptados ao ambiente onde vivem. Por outro lado, a reprodução sexuada provoca o aparecimento contínuo de indivíduos com novas combinações genéticas.

A evolução dos seres vivos ocorre por meio do contínuo processo de seleção natural de indivíduos portadores de mutações ou combinações genéticas favoráveis do ponto de vista adaptativo, aumentando a chance de esses indivíduos deixarem descendentes com essas características vantajosas.

Melanismo: produção excessiva de melanina, pigmento encontrado na pele dos animais. É uma mutação relacionada à concentração dessa substância.

Mariposas escura e clara em tronco claro.



Bill Coster/Alamy/Fotorema

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



- Mendel e seus estudos da transmissão das características hereditárias.
- O DNA e o gene.
- Células somáticas e sexuais.
- Fenótipo e genótipo.
- Mutações gênicas e cromossômicas.
- Darwinismo e Genética.

Vida e Evolução

Orientações didáticas

Chame a atenção dos estudantes para o fato de que é comum, na ciência, uma teoria ou modelo explicativo de uma determinada área do conhecimento subsidiar a compreensão de fenômenos de outra área. É o caso, por exemplo, dos modelos atômicos que possibilitaram a compreensão dos fenômenos elétricos. Comente que os novos conhecimentos da Genética possibilitaram a revisão das teorias evolutivas, com a formulação de novos paradigmas.

Além do fenômeno do melanismo industrial, descrito no texto, proponha para os estudantes a análise de outras situações que já foram apresentadas à luz das teorias Lamarckista e Darwinista, agora com a contribuição dos conhecimentos da Genética. Como exemplo, pode-se pedir a eles que expliquem a presença de fortes garras e focinhos compridos nos tamanduás com base no Lamarckismo, no Darwinismo e nas ideias mais atuais descritas no texto.

No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Relação entre meiose, fecundação e hereditariedade”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

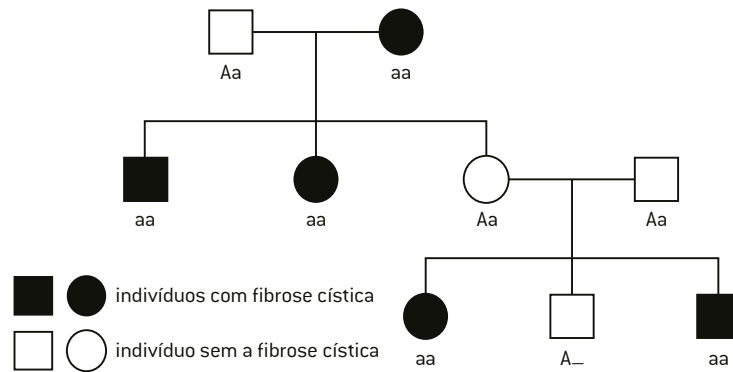
**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

1. Veja a reprodução do livro do estudante.
2. Mendel pôde concluir, estudando o cruzamento das ervilhas, que as características de um ser vivo são determinadas por um par de fatores hereditários (conhecidos hoje como alelos de um gene). No momento de formação das células sexuais (vindas das células somáticas), os fatores hereditários se separam, de modo que cada gameta (célula sexual) transporta um dos fatores relativos a cada característica do indivíduo. Quando ocorre a fecundação e, assim, a formação do zigoto, surgem novamente pares de fatores hereditários.
3. Mendel escolheu as ervilhas porque elas possuem ciclo de vida curto, podem se reproduzir por autofecundação e produzem um grande número de sementes.
4. Alternativa a.
Para que um rato branco nasça de um cruzamento entre ratos pretos, é fundamental que eles sejam heterozigotos. Esse fato é o mesmo observado por Mendel quando ele realizou o cruzamento entre os indivíduos da geração F_1 e obteve uma proporção de 3 : 1 na geração F_2 .
5. Veja a reprodução do livro do estudante.
6. a) O gene é constituído por uma determinada sequência de bases nitrogenadas da molécula de DNA, responsável pela informação genética.
b) Os genes participam de atividades celulares que, junto a outros fatores, inclusive ambientais, respondem pelo funcionamento do corpo. Os genes estão relacionados às características hereditárias dos seres vivos.

PENSE E RESOLVA

- 1 O que significa hereditariedade?
- 2 Gregor Mendel, ao estudar o cruzamento de ervilhas, forneceu resultados que deram base para a formulação de alguns dos fundamentos da Genética. Explique a contribuição de Mendel utilizando os conceitos: genes, células somáticas, células sexuais, seres vivos e fecundação.
Resposta nas Orientações Didáticas.
- 3 Cite três características das ervilhas que as tornam um bom modelo experimental para pesquisas sobre cruzamentos entre variedades dessa espécie.
Resposta nas Orientações Didáticas.
- 4 Imagine que, do cruzamento entre dois ratos de pelagem preta (característica dominante), nasceu um filhote de pelagem branca. Ao observar esse fato, podemos afirmar que:
 - a) Os pais do rato branco são heterozigotos. *Alternativa a.*
 - b) Os pais do rato branco são homozigotos.
 - c) O rato branco é heterozigoto.
 - d) O rato branco tem o mesmo genótipo dos pais, diferindo apenas no fenótipo.
 - e) É impossível que o rato branco seja filho dos ratos de pelagem preta.
 Justifique sua resposta no caderno.
- 5 A fibrose cística é uma doença que afeta as glândulas exócrinas (órgãos produtores de substâncias que são liberadas fora da circulação sanguínea, como as glândulas salivares, sudoríferas e lacrimais), causando problemas para o trato digestivo e os pulmões. É uma doença recessiva, em que a presença de dois alelos recessivos indica que o indivíduo tem a doença. A gravidade da fibrose cística pode variar de acordo com a idade e de pessoa para pessoa. Observando o heredograma abaixo, responda:

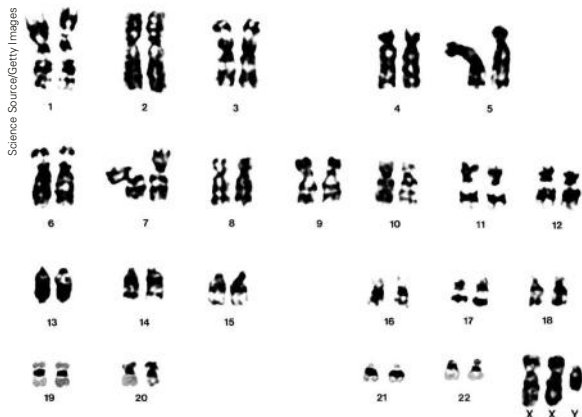


- a) Quantos indivíduos da geração F_1 são heterozigotos? Qual é seu genótipo? *Um indivíduo Aa.*
 - b) Qual é o genótipo dos indivíduos afetados pela doença (fibrose cística)? *aa.*
 - c) Quantos indivíduos do sexo feminino apresentam a doença em todas as gerações? *Três indivíduos.*
 - d) Qual é o genótipo do indivíduo heterozigoto da geração F_2 ? *Aa.*
- 6 Baseando-se no que você estudou sobre genes, responda: *Respostas nas Orientações Didáticas.*
- a) Qual é a relação entre o gene e as bases nitrogenadas?
 - b) O que são genes?
 - c) Todos os seres vivos têm a mesma quantidade e os mesmos tipos de genes? Justifique sua resposta.
- c) Não, a quantidade de genes e as sequências de bases nitrogenadas que os compõem variam entre os seres vivos, embora as sequências possam apresentar similaridades.

7 Com relação aos cromossomos sexuais humanos, explique:

- Quantos cromossomos sexuais existem em uma célula somática normal?
Existem dois cromossomos sexuais em uma célula somática humana.
- Quantos cromossomos sexuais podemos encontrar em um espermatozoide?
Podemos encontrar um cromossomo sexual em um espermatozoide.
- Quais são os tipos de cromossomos sexuais da espécie humana?
Os tipos de cromossomos sexuais da espécie humana são x e y.

8 A imagem a seguir mostra o cariógrama de um indivíduo portador da síndrome de Klinefelter. Os portadores dessa síndrome são, em geral, altos e magros, com membros inferiores relativamente longos. No adulto, os órgãos reprodutores masculinos apresentam desenvolvimento deficiente, com testículos pequenos e atrofiados. Os indivíduos com síndrome de Klinefelter têm, em geral, deficiência mental.



- Cariograma é o mesmo que cariótipo? Explique. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- Qual é o número normal de cromossomos das células somáticas da espécie humana?
46 cromossomos.
- Quantos cromossomos o indivíduo em questão apresenta em suas células?
47 cromossomos.
- Quantos cromossomos não sexuais esse indivíduo tem em suas células somáticas?
44 cromossomos.
- Quantos cromossomos sexuais esse indivíduo tem em suas células somáticas?
3 cromossomos.

Cariograma de portador de síndrome de Klinefelter.

[Ampliação desconhecida.]

9 Explique de que maneira as mutações e a reprodução sexuada estão relacionadas à evolução dos seres vivos. *Resposta nas Orientações Didáticas.*

SÍNTESE

Forme frases relacionando os termos a seguir:

- Células, DNA, seres vivos.
- DNA, substância, macromoléculas.
- Cromossomos, genes, bases nitrogenadas.
- Mutações gênicas, mutações cromossômicas, doenças. *Resposta nas Orientações Didáticas.*

DESAFIO

Converse com seus colegas sobre as seguintes afirmações:

“Na espécie humana são os gametas masculinos que determinam o sexo dos seus descendentes.”

“Todos os irmãos de uma mesma família deveriam ser identicamente iguais, sendo filhos dos mesmos pais.”

Vocês concordam com elas? Justifiquem. *Resposta nas Orientações Didáticas.*

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

- Veja a reprodução do livro do estudante.
- a) Não. Cariótipo é o conjunto de cromossomos de um indivíduo. Cariograma é uma representação do cariótipo.
b, c, d, e) Veja a reprodução do livro do estudante.
9. Ambas são fenômenos que ocasionam o aparecimento de novas características, aumentando a variabilidade genética das espécies. A evolução ocorre pelo contínuo processo de seleção natural dos indivíduos portadores de mutações ou combinações genéticas adaptativas.

Síntese

Respostas pessoais.

- Sugestão: O DNA é uma substância presente nas células dos seres vivos.
- Sugestão: O DNA é uma substância formada por macromoléculas.
- Sugestão: Os genes são sequências de bases nitrogenadas dos cromossomos.
- Sugestão: Mutações gênicas e mutações cromossômicas podem ser causas de doenças genéticas.

Desafio

- Primeira afirmação: Sim. O homem produz espermatozoides que podem transportar cromossomos X ou cromossomos Y, e a mulher só produz ovócitos com cromossomos X. Um espermatozoide que carregue um cromossomo X poderá formar um indivíduo do sexo feminino. Se for um espermatozoide com cromossomo Y, o indivíduo formado será do sexo masculino.
- Segunda afirmação: Não, pois cada indivíduo é resultado de uma combinação de informações presentes no material genético dos seus pais. Os gametas masculinos e femininos não carregam o mesmo conjunto de genes, originando indivíduos diferentes.

Mutação que criou mariposa negra na Revolução Industrial é identificada

Inseto geralmente tem asas de cor branca, mas passou a ter asas escuras. Equipe da Universidade de Liverpool publicou resultados na revista *Nature*

Pesquisadores da Universidade de Liverpool, na Inglaterra, identificaram e dataram a mutação genética que originou a versão negra da mariposa, que se espalhou durante a Revolução Industrial. A forma mais comum do animal tem asas da cor branca.

Novas descobertas resolvem um quebra-cabeça desse clássico exemplo de seleção natural. Durante a Revolução Industrial, a versão escura das mariposas se misturava com a casca das árvores cheias de fuligem. Com a “camuflagem”, elas se reproduziram mais e, na década de 1950, 90% de todas as mariposas na região próxima de Manchester estavam escuras, e não brancas.

Em um novo estudo publicado pela revista *Nature* [...], os cientistas descobriram que uma mutação de um “gene saltador” foi responsável por essa variação escura. Usando estatística e métodos para análise de DNA, eles descobriram que esta mudança genética ocorreu por volta de 1819, o que é consistente com o registro histórico.

Os genes saltadores (*jumping genes*, em inglês) são segmentos móveis de DNA que, em uma mutação, podem mudar sua posição dentro de um genoma e mudar a expressão de outros genes.

Usando um método de sequenciamento de DNA de última geração, a equipe descobriu que esses genes, inseridos no interior

do córtex da mariposa, teriam determinado a criação da cor nas mariposas.

O pesquisador Ilik Saccheri, que liderou o estudo, disse: “Esta descoberta preenche uma lacuna fundamental na história da mariposa. O fato de que este famoso mutante foi causado por um gene transponível deve atrair mais interesse sobre o impacto do DNA celular e a aptidão para geração de novos fenótipos”.

A primeira mariposa negra avistada e documentada é de Manchester, cidade localizada no norte da Inglaterra. O registro é de 1848. No entanto, esse tipo do inseto pode existir há mais tempo sem ter sido detectado, dada a frequência muito baixa antes do aumento da população.



A população de mariposas negras aumentou durante a Revolução Industrial.

Alamy/Photoarena

Fonte: G1 Notícias. Mutação que criou mariposa negra na revolução industrial é identificada. Publicado em: 2/6/2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2016/06/estudo-acha-mutacao-que-gerou-mariposa-negra-na-revolucao-industrial.html>> (acesso em: 22 ago. 2018).

Questões

1. Com a Revolução Industrial, as mariposas negras ficavam camufladas nos troncos das árvores cobertos de fuligem.



- 1** Explique por que durante a Revolução Industrial as mariposas negras eram dominantes em muitos locais, como próximo de Manchester.
- 2** Segundo o estudo publicado pela revista *Nature*, o que provocou o aparecimento de mariposas negras? O aparecimento das mariposas negras ocorreu devido a uma mutação de um “gene saltador”.
- 3** O que são genes saltadores? São segmentos móveis de DNA que, em uma mutação, podem mudar sua posição dentro do genoma e alterar a expressão de outros genes.



Genética no século XXI



Mario Tama/Staff/Getty Images

Com a descoberta da estrutura do DNA, novos caminhos se abriram para a Ciência, principalmente na área da saúde humana. Muito do conhecimento produzido nessa área só foi possível graças às diversas técnicas que permitiram manipular o DNA. Algumas dessas técnicas acabam sendo conhecidas porque aparecem em notícias de jornais, revistas, internet e, às vezes, fazem parte de tramas de filmes, novelas e livros.

As pesquisas com manipulação de DNA, de maneira geral, trouxeram esperança para a cura de muitas doenças de origem genética. Entretanto, ainda há dúvidas sobre suas aplicações e as consequências de seu uso. Afinal, a manipulação de genes do DNA pode realmente ajudar no tratamento de algumas doenças? É possível criar um animal idêntico a outro? Quais são os limites das pesquisas com manipulação genética?

Neste capítulo vamos discutir um pouco sobre os caminhos da Genética no século XXI.

Representação digital do genoma humano.

Habilidades da BNCC

Este capítulo pretende complementar os estudos feitos em capítulos anteriores sobre a transmissão de características hereditárias (habilidade EF09CI08) e aprofundar o estudo das variantes de uma mesma espécie resultantes do processo reprodutivo (habilidade EF09CI11)

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender o significado de genoma e os principais objetivos de alguns projetos com genoma.
- Entender o significado de mapeamento genético.
- Compreender a importância do Projeto Genoma Humano e as perspectivas para o século XXI.
- Avaliar as implicações sociais, econômicas, éticas, bem como os conflitos envolvidos no mapeamento do genoma humano.
- Compreender o significado de transgenia e de transgênicos.
- Argumentar contra e a favor do consumo de alimentos transgênicos.
- Compreender o significado de clonagem e suas modalidades.
- Compreender o conceito de células-tronco e sua importância para as pesquisas na área médica.
- Avaliar as implicações sociais, econômicas e éticas relacionadas à transgenia e à clonagem.
- Compreender o significado de terapia gênica e suas modalidades.
- Compreender o significado de ética e bioética.



Problematização/Conhecimentos prévios

Para engajar os estudantes nos temas que serão estudados neste capítulo e permitir a sondagem de seus conhecimentos prévios, sugerimos a discussão das questões a seguir: “Por que estudar o DNA de diferentes espécies?”; “Como a manipulação de genes pode ajudar no tratamento de algumas doenças?”; “O que é clonagem?”; “É possível criar um animal idêntico a outro?”; “A clonagem é um processo natural ou foi desenvolvido pelo homem?”; “O que são transgênicos e onde podem ser

encontrados?”; “Por que há tanta polêmica sobre os transgênicos?”; “Quais são os limites para as pesquisas com manipulação genética?”.

Se julgar oportuno, organize a turma em grupos de quatro estudantes e distribua para cada um deles uma questão para ser analisada. Se julgar interessante, você pode distribuir a mesma pergunta para dois ou mais grupos, de forma que as respostas possam ser comparadas e discutidas.

Objeto de conhecimento

- Hereditariedade.

■ Neste capítulo

Este capítulo tem como objetivo central apresentar alguns dos mais relevantes avanços na área da Genética nos séculos XX e XXI. Ao longo dessa abordagem são introduzidas algumas perspectivas de impactos positivos e negativos resultantes da aplicação desses novos conhecimentos nos diversos âmbitos da sociedade.

Os estudantes poderão refletir com mais profundidade sobre o papel da ciência e da tecnologia atualmente. Dessa forma, o foco da reflexão recairá principalmente em alguns dilemas éticos que estão surgindo à medida que aumentam as possibilidades de manipulação do genoma humano e de outras espécies.

Sugerimos iniciar o estudo dos projetos genoma fazendo uma revisão dos conceitos de DNA, cromossomo e gene e a relação entre eles. Assuntos estudados no capítulo anterior serão bastante utilizados de forma aplicada na discussão dos temas aqui presentes. Portanto, é importante que os conceitos estejam bastante consolidados.

Discuta com os estudantes o significado do termo “genoma” e o surgimento dos projetos relacionados a ele. Por fim, promova a leitura coletiva do texto desta página e converse com a turma sobre os objetivos dos “projetos genomas” e as suas possíveis aplicações.



Ilustração digital da estrutura da molécula de DNA.

[Cores fantasia.]



As bactérias da espécie *Xylella fastidiosa* são transmitidas à planta (A) por um inseto chamado cigarrinha. O “amarelinho” causa perda de clorofila, manchas nas folhas e nos frutos e produção de frutos pequenos e duros, impróprios para consumo.

➤ Pesquisas com DNA

A descoberta de que as sequências de bases nitrogenadas presentes na molécula de DNA transmitem características genéticas estimulou o desenvolvimento de inúmeras pesquisas com o objetivo de localizar genes e relacioná-los às suas funções nos seres vivos. Além disso, abriu-se a possibilidade de manipular o material genético, copiando, alterando e até transferindo genes de uma espécie para outra, dando assim origem a uma nova área da pesquisa, chamada Engenharia Genética. Os primeiros resultados das pesquisas mostraram inúmeros benefícios, mas também apontaram dilemas e conflitos que persistem até os dias de hoje.

➤ O Projeto Genoma

Nas últimas décadas, pesquisadores de vários países do mundo, inclusive do Brasil, estão trabalhando em diversos projetos relacionados à manipulação de DNA. Uma dessas pesquisas é o Projeto Genoma. O termo **genoma** se refere ao conjunto do material genético que caracteriza uma espécie e pode ser utilizado para designar o material genético de um indivíduo.

O principal objetivo do projeto é mapear o genoma de diferentes espécies, ou seja, sequenciar as bases nitrogenadas de seus DNAs para localizar os genes e determinar as suas funções. Outros objetivos incluem localizar genes não conhecidos ou não identificados, analisar suas possíveis expressões e possibilitar a manipulação e terapias genéticas.

Projeto Genoma *Xylella fastidiosa*

Em 13 de julho de 2000, o Brasil foi destaque no mundo ao publicar na revista *Nature*, uma das mais importantes publicações científicas do mundo, o sequenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora do “amarelinho”, praga que afeta os pomares de laranja, causando enormes prejuízos. Em 130 anos de história da revista, foi a primeira vez que uma pesquisa brasileira apareceu como destaque. O projeto começou em 1997 e envolveu 197 pesquisadores de 35 laboratórios.

O destaque do projeto se deve ao fato de que a bactéria *Xylella fastidiosa* foi o primeiro organismo causador de doença em plantas que teve seu genoma sequenciado. Como consequência, surgiu o Projeto Genoma *Xylella fastidiosa*, que busca estudar os genes de caráter patogênico da bactéria, ou seja, aqueles que mantêm relação com a doença.

O Brasil tem muitos projetos relacionados ao genoma, alguns em parceria com outros países. Com essas pesquisas, espera-se aumentar a produtividade e a resistência a diversos fatores ambientais de espécies de interesse econômico.



O Projeto Genoma da cana-de-açúcar (B), iniciado em 1998, identificou 50 mil genes com características de interesse econômico, como resistência a doenças, geadas e seca.

Atividade complementar

Minuto científico

Solicite aos estudantes que pesquisem um exemplo de projeto genoma em andamento e organizem um pequeno texto, sintetizando as informações principais sobre o projeto. Existem muitos desses projetos em andamento no Brasil e no mundo. As informações sobre eles podem ser obtidas em diversas fontes, como sites de universidades e centros

de pesquisa, além de veículos de comunicação, como jornais e revistas.

Organize um quadro contendo o nome dos estudantes, o título do projeto genoma escolhido e a data de apresentação. Disponibilize-o na classe ou em uma plataforma digital para que os estudantes inscrevam o seu projeto de pesquisa e não ocorram repetições.

Projeto Genoma Humano

O Projeto Genoma Humano (PGH), do qual o Brasil fez parte, teve início em 1990 e foi finalizado em 2003, dois anos antes do tempo previsto. A data coincidiu com o aniversário de 50 anos da publicação da estrutura do DNA por Watson e Crick, que deu início à era da Biologia Molecular.

Seu objetivo principal foi determinar a sequência de DNA das células do corpo humano. Todas as informações descobertas pelas pesquisas foram armazenadas em bancos de dados públicos, isto é, que podem ser utilizados por pesquisadores do mundo inteiro para pesquisas na área da **genômica**. Esses dados foram usados, por exemplo, para localizar milhares de genes e tentar desvendar suas funções.

O conhecimento mais detalhado do genoma humano pode revolucionar a Medicina, que poderá ser capaz de identificar genes relacionados a doenças e preveni-las ou tratá-las precocemente, mesmo antes de se manifestarem.

O maior desafio do Projeto Genoma Humano ainda está na definição de como o conhecimento adquirido será utilizado. Se, por um lado, as informações contidas no DNA humano poderão trazer a identificação e a cura de inúmeras doenças que hoje não têm tratamento eficaz, por outro lado, poderão provocar o surgimento de conflitos de ordem ética que deverão ser analisados e discutidos pela sociedade. Alguns exemplos:

- Se for constatada a presença de uma doença genética grave no embrião, durante a gestação, essa informação poderá ser utilizada para justificar a interrupção da gravidez?
- As empresas poderão solicitar o genoma aos candidatos a empregos para verificar a possibilidade de desenvolverem determinadas doenças?
- Os planos de saúde poderão ter acesso às informações genéticas dos seus usuários e estabelecer planos com valores diferenciados em função da maior ou da menor probabilidade de manifestarem doenças?
- Os genes descobertos nas pesquisas científicas poderão ser patenteados, ou seja, suas informações poderão ser de propriedade privada?



ESB Professional/Shutterstock

Representação artística de molécula de DNA. (Cores fantasia.)

Genômica:

área do conhecimento que tem como objetivo estudar o genoma das diversas espécies de seres vivos.

Assista também!

Gattaca – experiência genética.

Direção: Andrew Niccol.
Estados Unidos, 1997
(1 h 46 min).

Esse filme, que se passa no futuro, mostra seres humanos selecionados geneticamente em laboratórios, os “válidos”, que são tratados como superiores em relação às pessoas concebidas biologicamente, os “inválidos”.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Projeto Genoma Humano” e solicite aos estudantes que respondam, no caderno, às questões de 1 a 3 da seção *Pense e resolva* (página 91). Ao corrigir as questões, solicite a alguns estudantes que compartilhem suas respostas com os colegas e, a partir das colocações feitas, oriente-os a complementar ou corrigir as próprias respostas.

Esse pode ser um ponto de partida para a reflexão sobre as possíveis aplicações das informações sobre o genoma humano. Caso considere interessante, realize simulações, em que cada grupo de estudantes represente um setor da sociedade, como a indústria farmacêutica. Desse modo, eles poderão refletir sobre os diferentes temas a partir de novas perspectivas e repensar os próprios argumentos.

É fundamental que os estudantes entendam que o uso irresponsável dos conhecimentos proporcionados pela Genética pode levar a conclusões desastrosas e totalmente equivocadas.

Para ampliar a discussão sobre os conflitos éticos relacionados ao tema, sugerimos no livro do estudante o filme *Gattaca – experiência genética*, que apresenta uma reflexão sobre como a ciência pode ser usada para legitimar e, no caso, criar uma hierarquia social.

Para que a proposta possa ser bem aproveitada, organize um roteiro de questões que deverão ser respondidas após o filme. Algumas delas podem ser de compreensão da narrativa do filme e outras podem envolver o posicionamento dos estudantes com relação a dilemas ou situações de conflitos éticos. Estas poderão ser discutidas na forma de debate.



Caso julgue pertinente, organize a apresentação dos resultados no formato de um congresso científico. Cada estudante pode ter alguns minutos para apresentar a sua pesquisa e responder possíveis dúvidas do público.

Se houver a possibilidade, resumos dos artigos apresentados podem ser compartilhados com a classe por meio da elaboração de um painel ou *blog*.

Orientações didáticas

Solicite aos estudantes que realizem a leitura prévia do tópico “Organismos transgênicos” (páginas 84 e 85). Em seguida, conceitue “transgênico” e “transgenia”, destacando que o surgimento de organismos transgênicos pode ocorrer naturalmente ou pela manipulação em laboratório do material genético de algumas espécies. Após a explicação, resolva com os estudantes a questão 4 da seção *Pense e resolva* (página 91), que pode auxiliar na sistematização desses conceitos.

Caso julgue pertinente, realize neste momento uma atividade complementar semelhante à atividade “Minuto científico”, sugerida na página 82 deste Manual. Nesse caso, a proposta é que os estudantes apresentem exemplos de organismos transgênicos, destacando aspectos como: qual gene foi incorporado e qual a sua espécie de origem; quais os interesses humanos envolvidos no caso e quais os possíveis riscos para a saúde e o meio ambiente.

Se possível, compartilhe com os estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre transgênicos.

Texto complementar

Riscos [dos transgênicos]

Alguns riscos previstos em relação às plantas transgênicas já estão ocorrendo de fato. A contaminação genética ocasionada pela disseminação de pólen transgênico já é considerada um fato preocupante. Até meados de julho de 2005, foram comprovados 72 casos de contaminação de alimentos, rações animais, sementes, espécies nativas e selvagens por OGMs [Organismos Geneticamente Modificados], e 11 casos de liberações ilegais de OGMs, atingindo 27 países. Foram, ainda, verificados 6 casos com efeitos agrônomicos negativos. No total, tem-se o relato de 89 casos envolvendo organismos geneticamente modificados.

Em vários casos, nos Estados Unidos e no Canadá, foram detectadas sementes de variedades não transgê-

O milho Bt (A) e a cana-de-açúcar Bt(B) foram produzidos inserindo-se genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*, responsável pela produção de uma substância com efeito inseticida, que protege a planta contra insetos.



Parick Paeupicture-allianco/asa/AP Photo/Glow Images



jeep2999/Shutterstock



Uma determinada variedade de soja transgênica, conhecida como *Roundup Ready*, foi geneticamente modificada com gene de uma bactéria. Esse gene a torna resistente ao herbicida usado para matar as ervas daninhas.

Bloomberg/Getty Images

nicas contaminadas por transgenes. Os cultivos de variedades convencionais ou orgânicos de uma determinada espécie estão sendo contaminados pelas variedades transgênicas, como, por exemplo, a contaminação da soja orgânica no Rio Grande do Sul. Esse tipo de contaminação pode ser tanto por cruzamento como pela mistura de sementes. Num estudo feito pela Union of Concerned Scientists em 2004, foi constatado que, pelos menos 50% das variedades convencionais de soja, milho e canola, vendidas para semeadura, já estão contaminadas pelos transgenes.

Um caso no México e dois nos Estados Unidos merecem destaque. No primeiro, os transgenes contaminaram as variedades crioulas e populações silvestres de milho. Vale salientar que o México é considerado o centro de origem do milho.

Nos Estados Unidos, em 2000, foi detectada, sem a devida informação pertinente no rótulo, uma proteína codificada por um transgene presente na variedade transgênica do milho StarLink, em produtos para consumo humano. Essa variedade, liberada apenas para consumo animal, possui um transgene

Organismos transgênicos

Os organismos transgênicos são aqueles que, de alguma forma, incorporaram em seu DNA genes de outra espécie. Essa transferência de genes de uma espécie para outra pode ocorrer de forma natural (o que é comum em bactérias, mas raro em outros seres vivos) ou artificial.

Na década de 1970, descobriu-se que muitas bactérias tinham enzimas, chamadas enzimas de restrição, que permitem o corte de segmentos de DNA. O uso dessas enzimas, associado ao desenvolvimento de outras técnicas de manipulação do DNA, possibilitou uma série de aplicações, como a transferência de genes específicos de uma espécie para outra.

Um exemplo é a produção de insulina humana, que passou a ser produzida em larga escala a partir da década de 1980, utilizando-se bactérias, principalmente a *Escherichia coli*, que teve o gene humano responsável pela produção de insulina incorporada no seu genoma.

A insulina é um hormônio produzido pelo pâncreas e é responsável pelo transporte do açúcar contido nos alimentos até as células. Sua falta é responsável pela diabetes, doença que apresenta uma série de consequências negativas para a saúde das pessoas em função do acúmulo de açúcar no sangue. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, essa doença atinge 110 milhões de pessoas no mundo, sendo 5 milhões só no Brasil.

Alimentos transgênicos

Várias espécies de seres vivos utilizados na alimentação humana tiveram seu genoma modificado para finalidades diversas, como aumentar a capacidade de resistência a determinadas condições ambientais ou produzir substâncias importantes para a saúde dos seres humanos. Vejamos alguns exemplos.

A utilização de organismos transgênicos na alimentação humana tem causado muita polêmica, mostrando a necessidade de discutir e divulgar informações corretas, para que os consumidores possam exercer seus direitos de maneira consciente.

Os principais argumentos usados a favor dos transgênicos são:

- Produção de alimentos mais nutritivos e mais baratos.
- Redução de agrotóxicos, diminuindo os custos de produção e reduzindo os riscos de contaminação do ambiente.
- Até o momento não há indícios de prejuízo para a saúde da população humana nem para o meio ambiente.

Os principais argumentos usados contra os transgênicos são:

- Não há estudos suficientes que garantam a segurança em longo prazo para a saúde da população e algumas pessoas poderiam desenvolver alergias.
- Genes de plantas modificadas poderiam afetar o equilíbrio dos ecossistemas, pois esses genes seriam transferidos para espécies nativas via infecções virais.
- Há criação de dependência econômica do agricultor, já que é necessário usar herbicidas fabricados pela mesma empresa que vende os grãos.

A rotulagem dos alimentos transgênicos

Diversos países têm leis que obrigam as empresas alimentícias a informar aos consumidores a presença de transgênicos nos seus produtos, no rótulo das embalagens. No Brasil, desde 2003, a indústria de alimentos é obrigada por lei (Decreto federal n. 4 680) a informar sobre a presença de mais de 1% de ingredientes transgênicos em qualquer produto para o consumo humano ou animal. No entanto, essa obrigatoriedade tem causado muita polêmica entre diversos setores da sociedade que defendem sua exclusão, como algumas indústrias alimentícias e agropecuárias, e outros que defendem sua manutenção, como os ambientalistas e as associações de defesa do consumidor.



Pela legislação brasileira, todos os produtos alimentícios com mais de 1% de transgênicos na sua composição devem ser rotulados.

Capítulo 6 • Genética no século XXI 85

Orientações didáticas

Como tarefa complementar, sugira aos estudantes que pesquisem rótulos de alimentos que contenham o símbolo indicando produto transgênico. Outra proposta interessante é realizar uma pesquisa com a comunidade escolar para saber o nível de conhecimento que as pessoas possuem sobre o assunto. Para a realização da pesquisa, uma ficha de entrevista pode ser elaborada, contendo algumas questões sobre os entrevistados (idade, grau de instrução, sexo, etc.) e sobre o tema da pesquisa. Para estimular as habilidades de síntese e análise, os resultados poderão ser tabulados pelos estudantes e discutidos posteriormente em uma roda de conversa.

cuja proteína é potencialmente alergênica à espécie humana. O segundo caso americano foi que o cultivo desses transgênicos provocou a contaminação de outras variedades de milho em áreas vizinhas cujos grãos foram comercializados para diferentes propósitos sem nenhuma identificação relacionada à transgenia. Dois anos depois, lavouras de soja em Iowa foram destruídas porque plantas transgênicas de milho, engenheira-

do para produzir insulina, originadas de sementes que ficaram na lavoura após a colheita, estavam produzindo pólen e este poderia contaminar lavouras vizinhas. O que acontecerá com a saúde humana se este alimento contendo hormônio for ingerido constantemente?

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/informma/item/7511-riscos.html> (acesso em: 29 out. 2018).

Orientações didáticas

Esta página dá início aos estudos relacionados à clonagem. Inicie esta abordagem perguntando aos estudantes o que eles acham que esse conceito significa. É provável que eles relacionem esse processo como resultado da interferência humana. No entanto, é importante que eles identifiquem a sua ocorrência na natureza, utilizando-se de exemplos de microrganismos e vegetais, principalmente.

Comente a maneira como o ser humano vem manipulando a clonagem e a reprodução assexuada de plantas para atender às suas necessidades, especialmente na agricultura. Explique os mecanismos relacionados à propagação vegetativa e, caso julgue pertinente, apresente aos estudantes alguns exemplos de técnicas presentes no texto complementar a seguir.

Texto complementar

Técnicas de clonagem vegetal

- 1. Estaquia:** neste processo, uma estaca, principalmente de caule, é enterrada. A estaca, então, enraíza e brota, originando uma nova planta. Todavia, nem todas as espécies produzem estacas de fácil enraizamento.
- 2. Mergulhia:** é mais empregada na reprodução de arbustos e plantas de caules flexíveis. Este processo consiste em vergar um ramo de planta e mergulhá-lo no solo. Se a parte mergulhada enraizar, pode-se então isolá-la da planta de origem. Caso o vergamento do ramo não seja possível, pode-se envolvê-lo parcialmente com um pouco de terra umedecida, protegida por um pedaço de plástico. Após o enraizamento, o ramo é seccionado e a muda já está pronta para ser plantada. A este processo dá-se o nome de **alporquia**.

Clonagem

Clonagem é o processo de reprodução assexuada no qual, de um ser vivo unicelular ou pluricelular, são formados descendentes geneticamente idênticos entre si e ao progenitor. Os descendentes originados por esse processo são chamados **clones**.

A clonagem é um processo que ocorre de forma natural nos seres unicelulares, como bactérias, certos fungos e protozoários, e em muitos pluricelulares, como vegetais com capacidade de se propagar por brotamento, entre eles a banana, o alho e o inhame. Há também exemplos entre os animais, como as anêmonas-do-mar, que também se reproduzem por brotamento.



Certas plantas, como o inhame (A), o alho (B) e a banana (C), domesticadas há muito tempo, foram selecionadas de tal maneira que perderam a capacidade de se reproduzir sexualmente (por sementes), reproduzindo-se somente de forma assexuada.

Variabilidade genética: é o mesmo que diversidade genética; é resultado da reprodução sexuada, que provoca o aparecimento de diferentes combinações genéticas, e das mutações, que podem introduzir genes diferentes nas populações.

A vantagem da clonagem vegetal, também chamada propagação vegetativa, é a manutenção das características vantajosas da espécie do ponto de vista comercial, como formato, resistência e sabor, já que os clones são geneticamente idênticos à planta-mãe. Além disso, a propagação vegetativa é, em geral, mais rápida do que o plantio por sementes. Por outro lado, a baixa **variabilidade genética** pode tornar a espécie mais vulnerável a alterações ambientais, uma vez que todos os indivíduos poderão ter a mesma capacidade de resposta a elas.

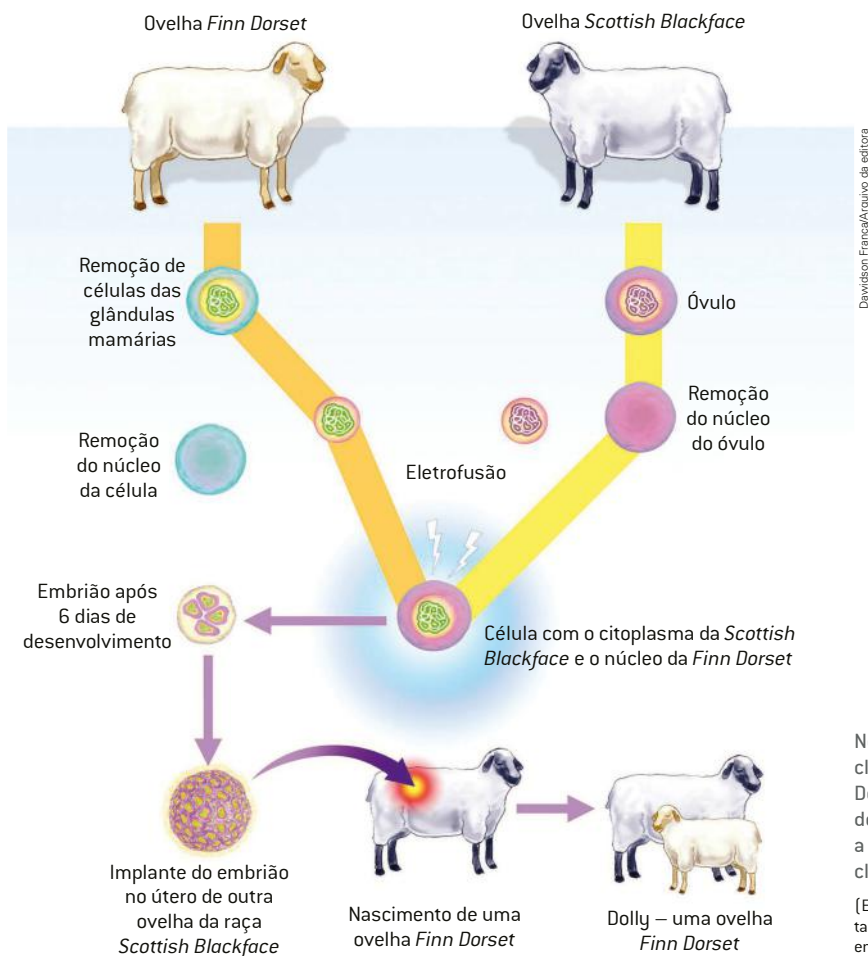
Uma novidade científica importante que surgiu nas últimas décadas foi a possibilidade de clonar mamíferos em laboratório. Em 1962, J. B. Gurdon (1933-), no Reino Unido, conseguiu obter clones de um sapo adulto, mas eles morreram antes de chegar à fase adulta. Em 1981, Karl Illmensee (1939-) e Peter Hoppe (1942-2006), da Universidade de Genebra (Suíça), anunciaram ter obtido clones de ratos a partir de células embrionárias. Em 1996, na Escócia, a ovelha Dolly foi o primeiro caso de clonagem bem-sucedida a partir de uma célula adulta.

- 3. Enxertia:** o processo pressupõe a exigência de dois elementos: um cavalo e um cavaleiro. O cavalo é representado pela planta que recebe o enxerto. O cavaleiro é representado pela planta da qual se retira o enxerto e a qual se deseja reproduzir. Para que o processo funcione, o sistema radicular do cavalo deve ser preservado e o cavaleiro deve possuir gemas que lhe possibilitem o desenvolvimento. Na natureza, existem variedades de espécies frutíferas, cujos sistemas radiculares são bastante vigorosos e resistentes a determinadas doenças, entretanto não produzem bons frutos. Por outro lado, existem variedades que produzem frutos excelentes, porém possuem um sistema radicular pouco desenvolvido ou sem qualquer resistência a parasitas. Nesse caso, o uso da primeira variedade como cavalo e da segunda como cavaleiro resolve o problema do fruticultor.

O caso da ovelha Dolly

Em 1996, o pesquisador Ian Wilmut e sua equipe utilizaram três fêmeas de ovelhas no seu experimento para realizar a clonagem que resultou no nascimento de uma ovelha a quem deram o nome Dolly. Nesse processo, retirou-se o núcleo de uma célula de glândula mamária de uma ovelha adulta da raça *Finn Dorset* ('cara branca'); esse núcleo foi implantado em um óvulo sem núcleo de outra ovelha, da raça *Scottish Blackface* ('cara preta'). A célula resultante foi cultivada em laboratório, gerando um embrião que foi implantado no útero de uma terceira ovelha da raça *Scottish Blackface*, que gerou um filhote – a ovelha Dolly, da raça *Finn Dorset*.

Os experimentos feitos com a ovelha Dolly e outros animais mostraram que a clonagem em mamíferos gera riscos de doenças, envelhecimento precoce e má-formação dos clones. Isso provocou muitos questionamentos sobre os limites de realização desse tipo de pesquisa. A ovelha Dolly morreu em 2003 acometida de vários problemas comuns a animais clonados. Com relação à clonagem humana, mais de sessenta países, inclusive o Brasil, já se pronunciaram contra qualquer tipo de experimento desse sentido.



Orientações didáticas

Para melhor compreensão do processo de clonagem em animais, o exemplo emblemático da ovelha Dolly pode ser utilizado como estudo de caso. Sugerimos que, após uma leitura prévia do texto pelos estudantes, você construa um esquema no quadro com base na ilustração desta página, debatendo passo a passo como foi realizada a clonagem. Por fim, solicite aos estudantes que, em duplas, resolvam a questão 5 da seção *Pense e resolva* (página 91).

Indicações de sites

(acesso em: 29 out. 2018)

Os sites a seguir apresentam informações complementares sobre a clonagem da ovelha Dolly.

- Caso Dolly. Disponível em: <www.ufrgs.br/bioetica/dollyca.htm>.
- 20 anos da ovelha Dolly: por que os clones morrem jovens?. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/02/21/ciencia/1487674345_626879.html>.
- Chineses clonam macacos com técnica que gerou a ovelha Dolly. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/02/15/chineses-clonam-macacos-com-tecnica-que-gerou-a-ovelha-dolly/>>.

Orientações didáticas

Como os temas abordados no capítulo podem gerar conflitos e dilemas de ordem ética, promova debates procurando estimular o posicionamento dos estudantes diante das questões abordadas. Uma estratégia interessante é dividir a classe em dois grupos para defenderem determinado ponto de vista em relação ao tema proposto. Como exemplo, há a questão da utilização de células-tronco embrionárias para clonagem terapêutica. Um grupo poderia defender a liberação e o outro, a proibição, utilizando argumentos discutidos no capítulo e outros previamente pesquisados pelos próprios estudantes.

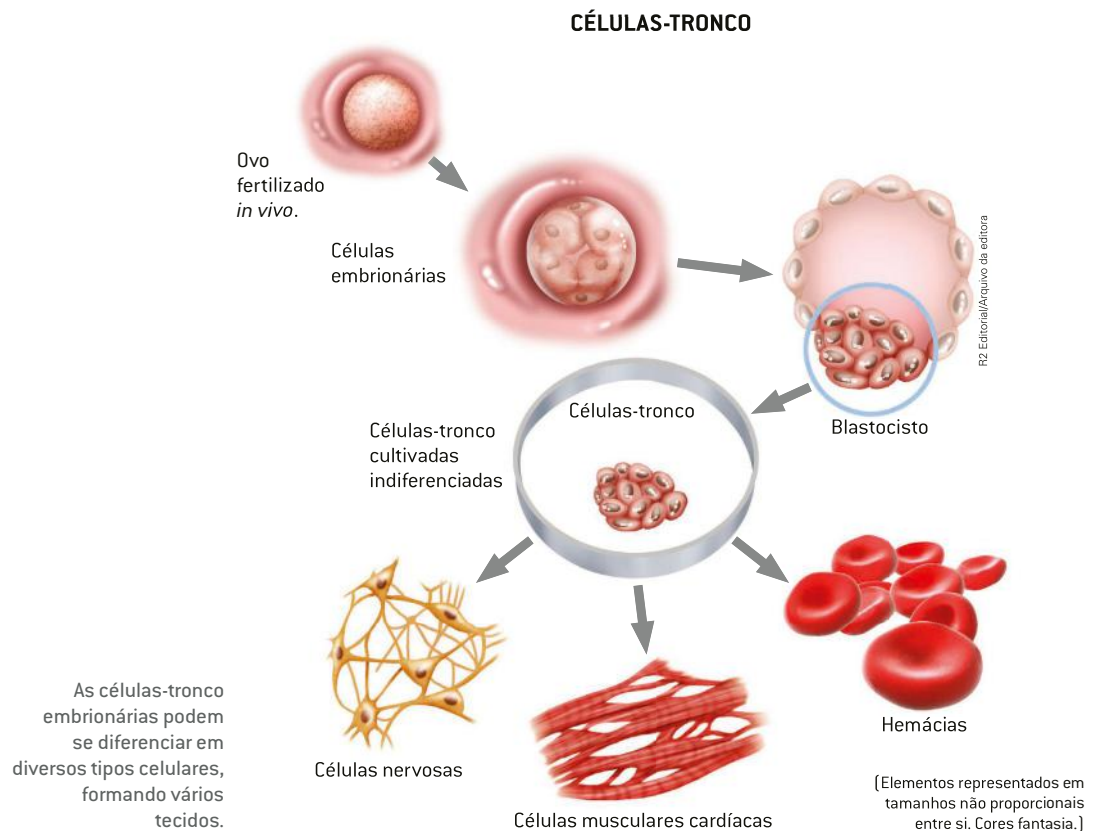
Proponha como tarefa a pesquisa sobre projetos em andamento com a utilização de células-tronco obtidas a partir de diversos órgãos e tecidos do corpo, como da pele e de dentes de leite. Destaque que estas aplicações podem resolver o dilema ético relacionado à utilização das células-tronco embrionárias. Os resultados das pesquisas podem ser socializados por meio de pequenos painéis colocados no mural da classe ou em um *blog* ou plataforma da escola. Caso julgue interessante, compartilhe com os estudantes o texto a seguir, que mostra outros exemplos de animais que já foram clonados.

Desde o caso da ovelha Dolly, em 1996, cientistas conseguiram clonar com sucesso mais de vinte outras espécies, incluindo vacas, porcos, coelhos e camundongos.

Mais recentemente, em 2018, cientistas chineses anunciaram a clonagem bem-sucedida de macacos, rompendo a barreira técnica para clonagem em humanos. Embora os cientistas chineses afirmem que a clonagem de macacos tem como objetivo a realização de pesquisas na área médica, esse fato instiga a polêmica sobre qual deve ser o limite da ciência com relação à clonagem de seres vivos.

A clonagem para fins terapêuticos

A clonagem terapêutica é a clonagem de células e de tecidos que tem como finalidade o tratamento de doenças ou outros fatores que afetam a saúde das pessoas. Uma das técnicas utilizadas envolve a retirada de células de embriões nos seus primeiros estágios de desenvolvimento, as chamadas **células-tronco embrionárias**, pois elas têm a capacidade de se transformar em vários tipos de célula e formar diferentes tecidos. Essas células podem ser cultivadas em laboratório e utilizadas no tratamento de doenças como câncer, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, diabetes, artrite e doenças cardíacas, além de auxiliar no tratamento de lesões na coluna, queimaduras, entre outras.



88

Texto complementar

5 animais clonados que não são a ovelha Dolly

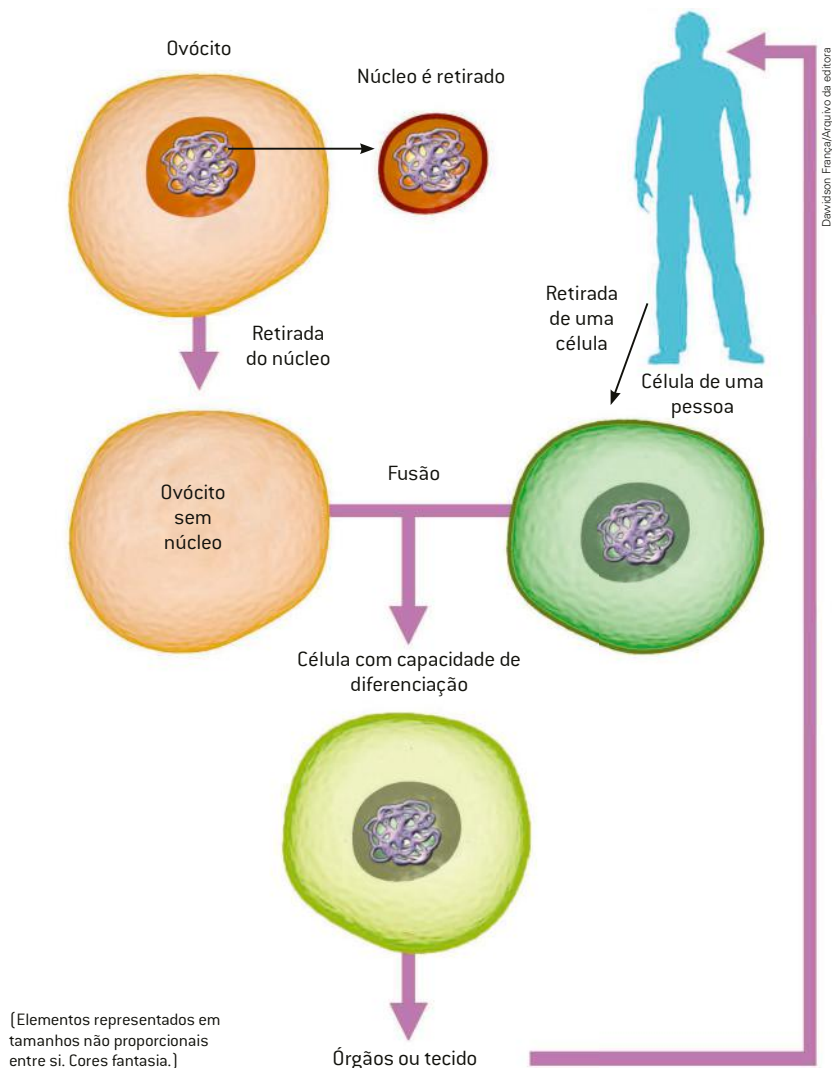
[...]

- CC, o gato: O primeiro gato doméstico clonado do mundo nasceu em 22 de dezembro de 2001. “CC” é uma tirada com a expressão *copy cat* e também com *carbon copy*, ou “cópia de carbono”, a técnica analógica de reprodução de documentos através de uma folha de carbono que daria origem ao “CC” dos serviços de *e-mail*. Ao contrário da maior parte dos clones, CC não possui problemas de saúde e já teve filhos.

- Snuppy, o cachorro: Snuppy foi o primeiro canino clonado da história. Nasceu em 22 de abril de 2005 na Coreia do Sul. Das 127 tentativas de implantar embriões, apenas três resultaram em gravidez. Houve um aborto, e só dois dos bebês vieram ao mundo. Um deles morreu, e Snuppy ficou para contar a história.
- Millie, Alexis, Christa, Dotcom e Carrel, a família de porquinhos: A simpática família de suínos consiste em cinco irmãs. Idênticas. Elas foram clonadas em 2000 para entender melhor uma das esperanças da medicina moderna: o uso de órgãos de porcos geneticamente modificados para substituir a doação de órgãos tradicional.

A clonagem envolvendo células-tronco embrionárias tem provocado polêmica. Muitos consideram que a vida tem início a partir da fecundação, o que torna a utilização de células de um embrião humano (e sua consequente destruição) um ato criminoso. Outros acreditam que a vida só se inicia com a implantação do embrião no útero, e há aqueles ainda que só a consideram após a formação do sistema nervoso do embrião.

Outra possibilidade de clonagem terapêutica consiste em implantar o núcleo de uma célula do próprio paciente em um ovócito sem núcleo. As células obtidas da divisão dessa nova célula terão capacidade de diferenciar-se em vários tecidos humanos, compatíveis com o paciente, evitando problemas de rejeição. Esses tecidos poderiam ser utilizados, por exemplo, para recuperar órgãos ou partes deles que tivessem se danificado em algum acidente ou fossem doentes. Existe forte oposição ao desenvolvimento dessa técnica, pois ela poderia possibilitar a clonagem humana.



Assista também!

A ilha.

Direção: Michael Benjamin Bay.
Estados Unidos, 2005
(2 h 18 min).
Nesse filme, a Terra passou por uma catástrofe natural ambiental e perdeu parte de sua população em razão de uma contaminação. Há o desejo da população restante de habitar a ilha, único lugar supostamente seguro para se viver.

A clonagem terapêutica poderá ajudar na cura de inúmeras doenças e possibilitar a regeneração de partes do corpo que foram lesadas.

Orientações didáticas

Para o bom aproveitamento do filme indicado, *A ilha*, sugerimos que você elabore algumas questões de compreensão e reflexão, que poderão ser respondidas como tarefa de casa ou em pequenos grupos na sala de aula. Essa também é uma oportunidade de os estudantes elaborarem uma resenha crítica sobre o filme. Caso julgue pertinente, considere realizar esta atividade com o professor de Língua Portuguesa. Havendo disponibilidade, os textos poderão ser postados em um *blog* da classe ou em uma plataforma *on-line* utilizada pela escola.

Indicação de leitura

O texto a seguir apresenta definições importantes sobre a clonagem terapêutica e alguns argumentos a favor e contra essa técnica:
Clonagem humana: conhecer para opinar. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/03/29/clonagem-humana-conhecer-para-opinar-2/>> [acesso em: 29 out. 2018].

- Tetra, a macaca: A macaca *Rhesus*, nascida em 1999, foi clonada por meio de uma técnica diferente da aplicada com Dolly, a divisão embrionária. Quando o embrião, ainda nos primeiros estágios de desenvolvimento, passa pela terceira divisão celular, suas oito células são divididas em quatro, e cada parcela é implantada em uma mãe. O resultado são quadrigêmeos induzidos em laboratório.
- Idaho Gem, a mula: Mulas são o cruzamento de uma égua com um burro, e são, portanto, estéreis. Mas não se você clonar uma. Em 4 de maio de 2003, cientistas da Universidade de Idaho viram nascer Idaho Gem, uma mulinha

saudável e idêntica à que lhe deu origem. E afirmaram que talvez fosse possível fazer o mesmo com cavalos. A pesquisa científica gerou polêmica entre criadores de animais de raças cobiçadas.

VAIANO, Bruno; FERNANDES, Nathan.
5 animais clonados que não são a ovelha Dolly. *Galileu*.
Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/07/5-animais-clonados-que-nao-sao-ovelha-dolly.html>> [acesso em: 29 out. 2018].

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Terapia genética”. A seguir, organize um debate sobre bioética, enfatizando a presença desse tema no cotidiano dos estudantes. Se possível, aproveite essa oportunidade para comentar alguns aspectos do filme *Gattaca – experiência genética*, sugerido na página 83. Com base na compreensão do conceito de bioética, reveja quais conflitos dessa ordem são mostrados no filme ou foram discutidos até o momento no capítulo.

Na sequência, solicite aos estudantes que pesquisem notícias ou artigos de jornais e revistas que abordem as questões de ordem ética relacionadas à manipulação de animais para fins científicos. Promova um debate com a turma, estimulando os estudantes a relatar as reportagens ou os artigos que pesquisaram. Por fim, oriente a resolução das questões das seções *Síntese e Desafio* (página 91) e incentive os estudantes a compartilhar suas produções com os colegas.

Assista também!

O óleo de Lorenzo.

Direção: George Miller. Estados Unidos, 1992 (2 h 16 min).

Esse filme é o relato real de um garoto diagnosticado com uma doença extremamente rara, que provoca a degeneração das células nervosas. Seus pais passam a pesquisar uma possível cura para sua doença.

Terapia genética

Terapia genética é o tratamento de determinadas doenças, geralmente hereditárias, por meio da manipulação de genes do paciente.

Embora as pesquisas envolvendo a manipulação de genes tenham começado há algumas décadas, muitas delas tiveram de ser abandonadas ou postergadas por causa dos resultados insatisfatórios obtidos, alguns envolvendo a morte de pacientes.

Em 2013, o desenvolvimento de uma nova técnica chamada CRISPR permitiu copiar e colar genes ou pedaços do genoma de maneira fácil e com custos mais baixos em comparação às técnicas utilizadas anteriormente; em 2016 foram autorizados os primeiros testes em humanos, depois de ser demonstrada sua eficácia em outros animais.

Embora os resultados sejam promissores, ainda existem muitas questões que deverão ser discutidas pela sociedade para definir os limites da manipulação genética na cura de doenças.

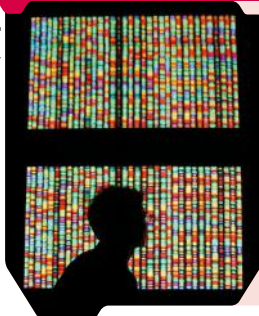
Bioética

Os conhecimentos científicos, apesar de trazerem muitos benefícios, provocam questionamentos e dúvidas com relação à maneira e aos limites de sua utilização. Não é fácil estabelecer limites para o comportamento dos seres humanos. É preciso estipular regras e princípios gerais que disciplinem a convivência em sociedade.

A Ética é o campo do conhecimento que se dedica a refletir sobre como os seres humanos devem agir perante os outros e qual deve ser o comportamento adequado diante de determinada situação. A partir de meados do século XX, a Bioética surgiu como um ramo do estudo da Ética, que tem como objetivo refletir sobre os limites do comportamento das pessoas com relação às pesquisas científicas e aplicações relacionadas aos seres vivos, incluindo o próprio ser humano. Questionamentos sobre os limites das pesquisas e das aplicações envolvendo organismos transgênicos e clonagem, além de questões sobre aborto, **eutanásia**, manipulação de animais em laboratório, entre outras, fazem parte da Bioética. Busca-se, por meio dela, a construção de princípios e regras que possibilitem uma convivência mais harmônica entre os seres humanos e destes com os outros seres vivos que habitam o planeta.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

Mario Tama/Staff/Getty Images



- O que é genoma.
- O Projeto Genoma.
- O que são organismos transgênicos.
- O processo de clonagem.
- O que são células-tronco.
- O que é terapia genética.
- Ética e Bioética associadas aos avanços da Genética.

90

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

1. a) Veja a reprodução do livro do estudante.

- b) Mapear os cromossomos da espécie humana, ou seja, identificar a sequência de todas as suas bases nitrogenadas.
- c) Ele abre a possibilidade de identificar genes causadores de doenças e prevenir ou tratar precocemente essas doenças, mesmo antes da sua manifestação.

2. a) É uma bactéria que causa uma doença em determinadas culturas agrícolas, provocando prejuízo aos agricultores.

b) Com os resultados do projeto, será possível desenvolver uma forma de controlar a proliferação dessa bactéria ou sua capacidade de provocar doenças nas plantas.

3. As empresas poderão ter acesso ao genoma dos candidatos a empregos e selecioná-los por suas características genéticas. Os pais poderiam escolher ou alterar as características genéticas dos filhos.

PENSE E RESOLVA

- 1 O Projeto Genoma Humano (PGH) é considerado um dos maiores empreendimentos realizados pela ciência. Nele, somou-se o trabalho de cientistas de todo o mundo, em um esforço de colaboração internacional.
 - a) O que significa genoma? *É o conjunto do material genético de determinada espécie.*
 - b) Qual foi o objetivo inicial do PGH? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
 - c) Qual é a importância do PGH para a Medicina? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 2 Com relação ao Projeto Genoma *Xylella fastidiosa*: *Resposta nas Orientações Didáticas.*
 - a) Explique algumas características da *Xylella fastidiosa*.
 - b) De que maneira o Brasil e outros países poderão se beneficiar dos resultados desse projeto?
- 3 Cite dois possíveis conflitos de ordem ética que podem surgir com o conhecimento do genoma humano. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- 4 Os alimentos transgênicos têm causado polêmica em todo o mundo, provocando uma verdadeira guerra de argumentos entre seus defensores e opositores. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
 - a) O que são transgênicos?
 - b) Cite dois argumentos utilizados pelos defensores dos alimentos transgênicos.
 - c) Quais são os principais argumentos dos opositores aos alimentos transgênicos?
- 5 A partir do caso da ovelha Dolly, a clonagem passou a ocupar os meios de comunicação. Para muitas pessoas, a clonagem seria uma técnica artificial desenvolvida pela ciência. *Resposta nas Orientações Didáticas.*
 - a) O que significa clonagem?
 - b) Você concorda com a ideia de que a clonagem foi criada por cientistas? Justifique.
 - c) Explique a vantagem da clonagem (reprodução assexuada) para a agricultura.

- 6 Sobre as células-tronco, responda.

- a) O que são células-tronco embrionárias? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- b) Por que a pesquisa envolvendo células-tronco embrionárias de seres humanos tem provocado polêmica? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- c) A clonagem pode ser realizada para produzir células-tronco para o tratamento de doenças. Como é conhecido esse tipo de clonagem? *Clonagem terapêutica.*

SÍNTESE

- Crie frases relacionando os conceitos a seguir. *Veja sugestões de respostas nas Orientações Didáticas.*

- a) Genoma, espécie, material genético.
- b) Projeto Genoma Humano, benefícios, conflitos.
- c) Espécies, Projetos Genoma, Ciência.
- d) Genes, transgênicos, espécie.
- e) Clonagem, seres vivos, reprodução assexuada.
- f) Células-tronco, clonagem terapêutica, doenças.
- g) Terapia genética, doenças, genes.
- h) Ética, ser humano, meio ambiente.

DESAFIO

- Os avanços da ciência e os seus impactos no ambiente e na sociedade levaram ao surgimento da Bioética. Converse com seus colegas e registre no caderno ideias sobre as questões a seguir.

- a) Qual é o objetivo da Bioética? *Resposta nas Orientações Didáticas.*
- b) Por que as questões de ordem ética são muitas vezes polêmicas? *Porque podem existir diferentes pontos de vista sobre uma mesma questão.*
- c) Cite algumas questões de ordem Bioética que já foram ou estão sendo discutidas pela sociedade. *Clonagem, aborto, utilização de animais para pesquisas, acesso a informações genéticas dos seres humanos.*
- d) Discuta com seus colegas um dilema ético do qual você já tenha participado e como procurou resolvê-lo. *Resposta pessoal.*

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

6. a) São células com a capacidade de se diferenciar de qualquer outro tipo de célula do corpo.
- b) Porque elas são obtidas principalmente de embriões nos seus primeiros estágios de desenvolvimento, provocando sua destruição, o que algumas pessoas consideram errado.
- c) Veja a reprodução do livro do estudante.

Síntese

Respostas pessoais.

- a) Sugestão: Genoma é o conjunto do material genético de uma espécie.
- b) Sugestão: O Projeto Genoma Humano tem produzido benefícios para a sociedade humana, mas ainda gera muitos conflitos.
- c) Sugestão: A Ciência tem desenvolvido Projetos Genoma de várias espécies de seres vivos.
- d) Sugestão: Organismos transgênicos são seres vivos que incorporaram em seu genoma genes de outra espécie.
- e) Sugestão: A reprodução assexuada é um tipo de clonagem, que ocorre em vários seres vivos.
- f) Sugestão: A clonagem terapêutica pode ser feita a partir das células-tronco, curando doenças.
- g) Sugestão: A terapia genética pode curar muitas doenças a partir da manipulação de genes.
- h) Sugestão: O ser humano precisa ter ética ao lidar com questões que envolvam o meio ambiente.

Desafio

- a) É refletir sobre os limites do comportamento humano, com relação a pesquisas e aplicações relacionadas com os seres vivos, incluindo o ser humano.
- b), c), d) Veja a reprodução do livro do estudante.

4. a) São organismos cujo genoma foi modificado com a incorporação de um ou mais gene(s) de outra espécie.
- b) Eles defendem que os transgênicos podem ser mais baratos e nutritivos e, por serem produzidos em maior quantidade, poderiam ajudar a acabar com a fome no mundo.
- c) Eles afirmam que os transgênicos podem causar alergias ou outros problemas de saúde aos consumidores e provocar desequilíbrios ambientais.

5. a) É um processo de reprodução assexuada em que, a partir de uma célula-mãe, são originadas uma ou mais células geneticamente idênticas entre si e à célula-mãe.
- b) Espera-se que o estudante não concorde, justificando que a clonagem pode ser encontrada facilmente na natureza, no processo de reprodução assexuada dos seres unicelulares e entre vegetais e animais.
- c) A clonagem permite a manutenção das características vantajosas de uma espécie, como formato, sabor, composição química, etc.

**Orientações
didáticas**

Promova a leitura coletiva do texto destas páginas a respeito das aplicações práticas do conhecimento adquirido sobre o genoma humano.

Ao longo da leitura, verifique a necessidade de retomar alguns conceitos apresentados nos últimos capítulos e aproveite para dirimir eventuais dúvidas que tenham restado entre os estudantes.

Como a revelação dos mistérios do genoma humano está mudando o mundo

[Em maio de 2018] completaram-se 15 anos desde a que a sequência completa do genoma humano foi divulgada pela primeira vez, algo que deu início a uma nova era para a Medicina. Dali em diante a tecnologia acelerou significativamente o sequenciamento genético e reduziu seu custo. Mas até que ponto os avanços médicos tão esperados se materializaram? [...]

Completar o sequenciamento exigiu 10 anos de trabalho e o investimento de cerca de US\$ 30 bilhões (R\$ 106 bilhões). Agora, os avanços na tecnologia dos computadores reduziram o custo desse trabalho para menos de US\$ 500 (cerca de R\$ 1.773,00).

Uma empresa [britânica] desenvolveu um leitor portátil, pouco maior que um celular, para sequenciar o material genético em questão de minutos.

[...]

Esse leitor portátil também pode servir para estabelecer a origem da comida de um restaurante, a presença de micróbios perigosos em uma fábrica de processamento de alimentos ou em fontes de água, por exemplo. Em outro campo, será possível utilizá-lo para analisar vestígios de DNA em cenas de crimes.



O sequenciador de DNA portátil já é utilizado em vários países do mundo.

SPL/Fotografia

Um cabelo humano tem 10 mil vezes a espessura de um filamento de DNA, mas o dispositivo portátil consegue processá-lo por meio de um minifuro – conhecido como nanoporo – e lê seus sinais elétricos, que são instantaneamente convertidos em uma sequência.

[...] Esse aparato poderia ser usado para diagnosticar infecções comuns e, assim, reduzir as visitas desnecessárias ao médico e a excessiva prescrição de antibióticos.

[...] Durante a próxima década, será possível “sequenciar o DNA de cada recém-nascido” – com isso, será possível saber se há disposição genética do bebê para sofrer doenças e, como consequência disso, medidas poderão ser tomadas para prevenir problemas advindos delas.

[...]

A redução do custo levou a um rápido aumento do número de sequenciamentos de DNA feitos. [...]

Mas o que está provocando todo esse entusiasmo recente é a forma como essa informação será combinada com outros dados e analisada posteriormente.

Cientistas em Boston, nos EUA, usaram informações de um banco genético para destacar o aumento do risco de desenvolver diabetes tipo 2 entre as pessoas que trabalham em turnos diferentes do horário tradicional, das 9 h às 17 h, como quem cobre horários rotativos ou trabalha à noite, entre outros.

[...]

Tratamentos específicos

Existem grandes esperanças de que essa informação genética analisada por sistemas de inteligência artificial ajude a acelerar o

diagnóstico de câncer e leve a tratamentos mais específicos para combatê-lo.

[Uma] empresa suíça desenvolveu um sistema de inteligência artificial que tem sido utilizado nos diagnósticos de 200 mil pacientes em mais de 400 hospitais em 55 países.

[...]

Além disso, as análises que normalmente precisavam de meses para serem feitas agora poderão estar prontas em questão de horas.

“Estamos entrando numa nova era em que seremos capazes de agrupar os casos de pacientes com câncer e decidir se o câncer de um paciente específico é parecido com o de outro dentro de um grupo de 10 mil pacientes” [...].

Então, os médicos saberão qual tratamento funcionou melhor para esse tipo de pessoa com esse tipo de câncer. [...]

Inteligência artificial

O desenvolvimento da inteligência artificial para a área de saúde teve um novo impulso com o recebimento dos recursos da radiômica, a capacidade de extrair informações úteis de imagens médica (os exames de imagem como a ultrassonografia, a tomografia computadorizada ou a

ressonância magnética) – em casos de tumores, por exemplo. [...] Se for possível prever como um tumor pode se desenvolver, fica mais fácil entender como tratá-lo de maneira mais efetiva.

[...]

“Um número crescente de pacientes está sendo tratado com medicamentos precisos devido à crescente compreensão sobre os impulsores genéticos da doença. Os pacientes podem ser tratados com os remédios que têm maior probabilidade de beneficiá-los” [...].

Algumas empresas acreditam que o vínculo entre o genoma e a análise de outros dados de saúde poderia ajudar as pessoas a viverem mais saudáveis por mais tempo.

[...]

Mas os avanços impressionantes da Medicina têm sido mais difíceis de serem alcançados do que muitos esperavam no início da era genômica.

“A finalização do projeto do genoma humano trouxe muita esperança sobre a melhora na compreensão e no tratamento de doenças. Mas como sempre, subestimamos a complexa relação entre o genoma, a doença e a saúde” [...].

Então, ainda que isso seja só o início, na era do genoma, o cuidado da saúde está mudando de maneira definitiva.

Fonte: GASKELL, Adi; WALL, Matthew. Como a revelação dos mistérios do genoma humano está mudando o mundo. **BBC News Brasil**. Publicado em: 7/5/2018. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/geral-43958616> (acesso em: 24 ago. 2018).

1. O desenvolvimento tecnológico, que provocou o aumento da velocidade do sequenciamento do DNA e a redução de seu custo.

2. O desenvolvimento de um leitor portátil, pouco maior que um celular, para sequenciar o material genético em questão de minutos, e a utilização de bancos de dados para diagnosticar possíveis doenças.

Questões

- 1 Qual é o principal fator que tem provocado a aceleração nas pesquisas e aplicações relacionadas ao sequenciamento do genoma humano? Explique o motivo.
- 2 Cite dois exemplos do uso da tecnologia no sequenciamento do DNA humano.
- 3 Quais são os principais avanços na área médica que podemos esperar para os próximos anos com os avanços do sequenciamento do DNA?

Diagnósticos mais rápidos e tratamentos personalizados para muitas doenças.



Faça no caderno.

Competências gerais da BNCC

- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico com provisório, cultural e histórico.
- Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabele-



Unidade

2

Matéria e Energia



94

cem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

- Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
- Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar infor-

mações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.

- Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.



A roda do moinho da fotografia é feita de madeira.
Na imagem também observamos água, plantas, telhas de cerâmica, solo e algumas rochas. Todos esses componentes são exemplos de matéria.

Nessa mesma imagem existe outra forma de matéria, que não é possível ver, mas com certeza está ao redor do moinho, da água e das rochas.

Estamos falando de matéria. Você sabe o que é? Conhece as propriedades dela?

A roda fotografada certamente estava em movimento. Do que a roda precisa para girar?

Essas são algumas questões que serão discutidas nesta unidade.

Nesta unidade

Nesta unidade, veremos com mais riqueza de detalhes a constituição da matéria, desde as primeiras ideias dos filósofos gregos até os modelos atômicos atuais.

Nos capítulos 7, 8 e 9, o trabalho será desenvolvido sob a óptica da Química, tratando o caráter científico proposto por Lavoisier a respeito da conservação das massas, os modelos atômicos de Dalton, de Thomson e de Rutherford e os trabalhos de Chadwick e Moseley sobre a estrutura do átomo.

A partir dessa perspectiva serão apresentadas as substâncias puras e as misturas, suas características físicas de estado de agregação, suas dependências com a temperatura e pressão e as transformações químicas.

Paralelamente ao estudo desenvolvido na estrutura da matéria, surge o estudo da ondulatória, que aparece nos capítulos 10, 11 e 12, complementando o desenvolvimento científico surgido do eletromagnetismo e da radioatividade.

Em um primeiro momento serão tratados os aspectos básicos da luz ressaltando seu caráter dual (onda-partícula) e, em seguida, serão abordados os fenômenos relacionados à Óptica geométrica.

Será apresentada a teoria da ondulatória, classificando as ondas quanto à sua natureza (mecânica ou eletromagnética), trazendo como exemplos o som e a luz.

Finalizamos a unidade com as aplicações das radiações eletromagnéticas com vistas ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Roda-d'água de moinho colonial, em Pomerode (SC), 2017.

Rogério Reis/Pulsar Imagens

Habilidades da BNCC

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender o conceito de átomo proposto pelos filósofos gregos.
- Compreender a lei da conservação das massas e a lei das proporções definidas.
- Relacionar a lei da conservação das massas com a lei das proporções definidas.
- Caracterizar o modelo atômico de Dalton.
- Interpretar uma fórmula química.
- Diferenciar substâncias simples de compostas.

Objetos de conhecimento

- Estrutura da matéria.
- Aspectos quantitativos das transformações químicas.



No Material Digital do Professor você encontrará o **audiovisual “A matéria e os átomos”**, que poderá ser aplicado após o estudo deste tema.



A matéria e os átomos



Annamaria Zappatore/Shutterstock

Terra, fogo, água e ar: os quatro elementos que, para alguns filósofos antigos, constituíam tudo o que existe.



Os filósofos antigos acreditavam que tudo o que havia na natureza era constituído por quatro elementos: terra, fogo, água e ar. Essa tentativa de explicar como a matéria era constituída levou várias pessoas – os chamados alquimistas – a tentarem produzir ouro a partir de chumbo, por exemplo. Para eles, bastava mudar as proporções de cada um dos elementos para que os materiais se transformassem.

Você concorda com essa ideia? De que você acha que é constituída toda a natureza ao nosso redor? Sabemos que existe uma grande variedade de substâncias, mas por que elas são diferentes?

Neste capítulo vamos estudar os diferentes conceitos envolvidos na constituição da matéria e um dos modelos para explicar essa composição.

Problematização/Conhecimentos prévios

Uma proposta para iniciar este capítulo é perguntar aos estudantes do que são compostas as substâncias existentes em nosso Universo. Oriente a conversa de modo que os estudantes reflitam sobre o que constitui as substâncias. Para isso, proponha algumas perguntas, como: “Do que a água é constituída?”; “É possível dividir seus componentes?”. Nesse momento, o objetivo principal deve ser averiguar se eles sabem que existem partículas que formam as substâncias. Comente que, ao longo da história, surgiram

várias tentativas de explicar a constituição da matéria. Uma delas foi formulada pelos filósofos Leucipo e Demócrito e propunha que a matéria poderia ser dividida até chegar a pequenas partículas indivisíveis, que foram chamadas de “átomo”. Então, pergunte-lhes: “Vocês sabem o que são átomos?”; “Eles são mesmo indivisíveis?”; “De que eles são formados?”. Mencione que essas perguntas serão respondidas ao longo deste capítulo e, oportunamente, retome-as ao longo das aulas.

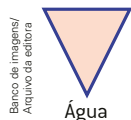
► A história da constituição da matéria

Existem muitas maneiras de explicar os eventos naturais. Algumas delas são baseadas em teorias, observações e experimentações científicas, outras, em crenças religiosas.

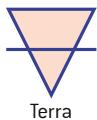
No ensino de Ciências o foco das explicações encontra-se nos conhecimentos das ciências naturais, nas quais não se utilizam as explicações religiosas, que são próprias de outros domínios do conhecimento humano.

A primeira tentativa de entender os fenômenos naturais desvinculada da religião foi usada para explicar a constituição da matéria. Isso aconteceu no século V a.C., na Grécia, com o filósofo Empédocles. Ele imaginou que toda matéria era formada por uma mistura de quatro elementos: água, terra, fogo e ar e que, ao juntar esses quatro elementos em proporções diferentes, seria possível obter todos os outros tipos de materiais.

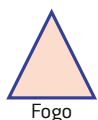
A esses elementos foram atribuídos os seguintes símbolos:



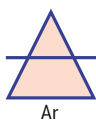
Água



Terra



Fogo



Ar

Representação em símbolos dos quatro elementos primordiais, segundo Empédocles.



EM PRATOS LIMPOS

Quem foram os alquimistas?

A ideia de que todos os materiais são constituídos por apenas quatro elementos levou diversas pessoas a tentar obter ouro a partir da combinação de outros metais. Essas pessoas ficaram conhecidas como alquimistas.

A partir das ideias de Empédocles de que o chumbo e o ouro, como toda matéria, seriam formados por fogo, ar, terra e água, não seria possível ajustar as proporções das substâncias formadoras desses metais de tal forma que o chumbo pudesse se transformar em ouro?

Essa pergunta motivou o trabalho dos alquimistas, entre os séculos I e XV. Vários métodos pareceram guiar o trabalho dos alquimistas, resultando na crença de que um espírito universal poderia estar concentrado em uma peça particular de matéria: a **pedra filosofal**. Essa pedra teria o poder de transformar qualquer metal em ouro.

O espírito universal, segundo os alquimistas, seria a energia criadora da matéria.

Os alquimistas também estavam interessados em produzir o **elixir da longa vida**, que tornaria o ser humano imortal.



Quadro **Um Alquimista em seu ateliê**, de David Teniers, o Jovem (1610-1690), pintado possivelmente entre os anos 1640 e 1650. Óleo sobre tela.

Reprodução/Museu de Tessé, Le Mans, França.

■ Neste capítulo

Solicite aos estudantes que leiam coletivamente o tópico “A história da constituição da matéria” e sume no quadro de giz as principais características das ideias filosóficas de Empédocles e de Leucipo e Demócrito sobre constituição da matéria. É importante enfatizar que eram ideias filosóficas sobre constituição da matéria, não modelos científicos. Esclareça que as ideias filosóficas se baseavam apenas na observação, sem experimentação, e que os modelos científicos baseiam-se na observação sistemática de fatos, seguida da realização de experiências, das deduções lógicas e da comprovação científica dos resultados obtidos. Aproveite essa oportunidade para relembrar as etapas do método científico com os estudantes.

Esclareça que, da tentativa de explicar a constituição da matéria, surgiram diversas propostas, como a teoria dos quatro elementos, sugerida pelo filósofo grego Empédocles, e as ideias dos gregos Leucipo e Demócrito, segundo as quais a matéria seria formada por pequenas partículas indivisíveis, denominadas “átomos”. Essas ideias perduraram por muitos séculos até que o químico francês Lavoisier começou a impor caráter científico às pesquisas químicas, o que, entre outros fatores, o levou a ser considerado o “pai da Química moderna”. Uma das mais importantes contribuições de Lavoisier foi a lei da conservação das massas, que será estudada na página 99.

Por fim, comente o conteúdo do boxe *Em pratos limpos*, sobre os alquimistas. Esse tema frequentemente desperta o interesse dos estudantes, especialmente quando mencionamos a intenção que os alquimistas tinham em obter ouro a partir de outros metais, a busca pela pedra filosofal e pelo elixir da longa vida.

Indicação de leitura

GREENBERG, Arthur. **Uma breve história da química**. São Paulo: Blucher, 2010.

Esse livro começa no século VI a.C. com o filósofo grego Tales de Mileto. A obra é dividida em nove seções, todas ilustradas. Uma das seções aborda a alquimia, considerada uma das precursoras da Química moderna.

Orientações didáticas

Conhecer os trabalhos de cientistas do passado é de grande importância no processo de construção do conhecimento científico. Quando abordar o tema desta página, reforce com os estudantes a importância da construção gradual e coletiva como uma das características fundamentais da Ciência.

Caso considere pertinente, solicite aos estudantes uma pesquisa sobre as contribuições de Lavoisier para a ciência. Convém que o trabalho seja individual e por escrito, a fim de incentivar os estudantes a desenvolver a curiosidade e a metodologia inerentes à prática científica. Em um dia previamente combinado, organize uma roda de conversa para que os estudantes possam compartilhar os resultados de sua pesquisa com os colegas.

Texto complementar

Lavoisier, Antoine Laurent (1743-1794)

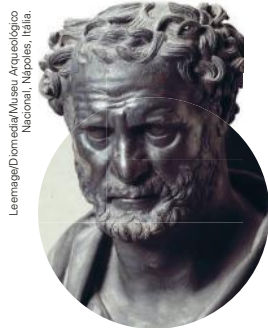
Lavoisier nasceu a 26 de agosto de 1743 em Paris e faleceu em 8 de maio de 1794, também em Paris.

[...]

Considerado o pai da Química, Antoine Lavoisier foi o primeiro a observar que o oxigênio, em contato com uma substância inflamável, produz a combustão. Deduziu, também, baseado em reações químicas, a célebre lei da conservação da matéria: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. [...]

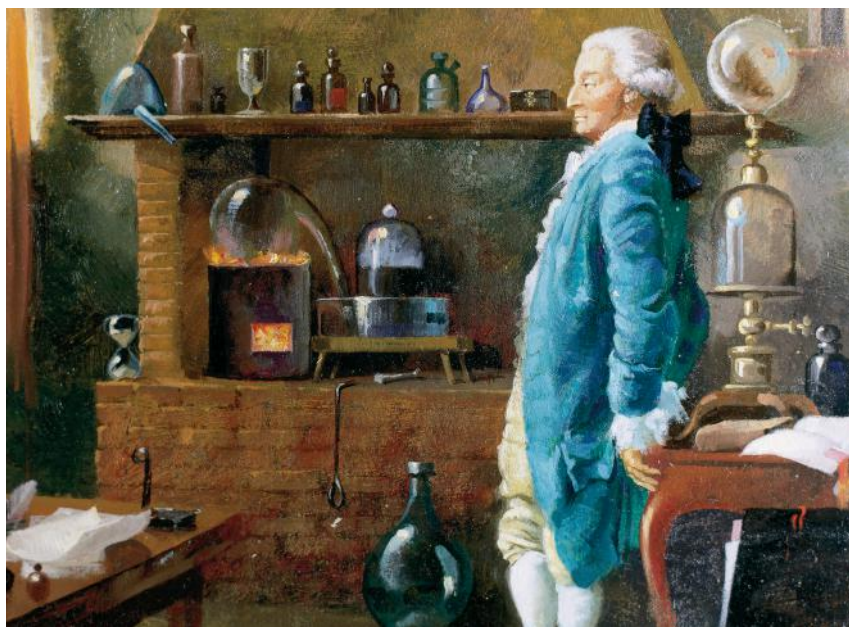
Em 1773, colocou um metal dentro de um vaso, fechou-o hermeticamente e, por pesagem, determinou-lhe a massa. Depois, levou-o a um forno de alta temperatura, e em seguida pesou-o novamente. Não houvera alteração de massa, apesar de o metal ter-se combinado com o oxigênio do ar, formando um óxido.

Repetiu a experiência muitas vezes [...]. Concluiu que a massa das substâncias que entram numa reação química é sempre igual à das substâncias que resultam do processo. [...]. Estava estabelecido o Princípio da Conservação da Massa.



O filósofo grego Demócrito viveu entre os anos 460 a.C. e 370 a.C. Segundo ele, todas as coisas eram formadas por átomos e espaços vazios.

Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) dedicou-se ao estudo da Matemática, da Astronomia, da Química e da Física. É considerado o pai da Química moderna. Sua principal contribuição científica foi a lei da conservação das massas.



Nem todos os filósofos gregos da Antiguidade tinham a mesma explicação para a natureza da matéria. Por volta de 400 a.C., os filósofos Leucipo e Demócrito elaboraram a **filosofia atômica**, segundo a qual toda matéria seria constituída de pequenas partículas, denominadas átomos (α = ‘não’; $\tau\omicron\mu\omicron$ = ‘divisão’), que seriam a porção mínima e indivisível da matéria.

Para eles, toda a natureza era formada por átomos e vácuo. Os átomos eram partículas tão pequenas que não podiam ser vistas. Seriam também idênticas em sua composição, mas diferentes no tamanho e na forma, e mais: sempre teriam existido e sempre iriam existir.

As diferentes propriedades dos corpos seriam explicadas pelas diferenças de tamanho, forma e movimento dos átomos.

Demócrito afirmava que todas as coisas, inclusive a alma, eram feitas de matéria, formada pela união temporária de átomos: “Na verdade, só existem átomos e vazio”.

No século XVIII, um cientista chamado Antoine Laurent de Lavoisier inseriu o uso da balança nas pesquisas químicas. Suas pesquisas, envolvendo cuidadosas pesagens, levaram-no a descobrir e justificar fatos que outros cientistas não tinham conseguido por subestimarem o uso criterioso da balança.

A partir do trabalho de Lavoisier, os pesquisadores começaram a perceber que os fenômenos químicos apresentavam certas regularidades, às quais foi dado um tratamento matemático, o que permitiu sua expressão na forma de leis. Essas leis, chamadas **leis das combinações químicas**, permitiram a elaboração de cálculos relacionando as quantidades de reagentes e produtos participantes de uma reação química.

Genericamente, essas leis que relacionam massas são denominadas **leis ponderais**, sendo a **lei da conservação das massas**, de Lavoisier, a primeira delas.

98

Muito mais tarde, em 1905, Einstein mostrou que a energia possui, como a matéria, a propriedade da inércia ou massa. Conforme concluiu Lavoisier, ao nível das reações químicas a matéria não desaparece: apenas se transforma. [...]

PINCELI, Carlos Ricardo. **Lavoisier, Antoine Laurent (1743-1794)**. Disponível em: <www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/lavoisier.htm> (acesso em: 24 out. 2018).

Atividades práticas complementares

1. Comprimido antiácido e água

Material: balança de precisão de dois números significativos; garrafa PET 300 mL ou 500 mL; um comprimido antiácido; água; balão de borracha.

Procedimentos: Triture o comprimido antiácido, coloque-o dentro de um balão de borracha e, em seguida, encha cerca de metade da garrafa com água. Pese a garrafa com

Leis ponderais

Lei da conservação das massas

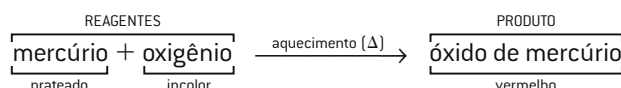
Essa lei foi proposta por volta de 1775 por Antoine Laurent de Lavoisier e é popularmente enunciada da seguinte maneira:

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Isso significa que em uma reação química a matéria não pode ser criada e nem destruída.

A lei da conservação das massas foi proposta por Lavoisier após a realização, em 1773, do seguinte experimento: ele colocou em um frasco uma quantidade do metal mercúrio (Hg) e, após fechá-lo **hermeticamente**, determinou a massa do sistema. Em seguida, esse sistema fechado foi colocado em um forno de alta temperatura. Após certo tempo, ele determinou novamente a massa do sistema e verificou que esta não se havia alterado, porém o mercúrio havia reagido com o gás oxigênio do ar contido no frasco, formando uma nova substância: o óxido de mercúrio.

Esse experimento pode ser representado pela equação:

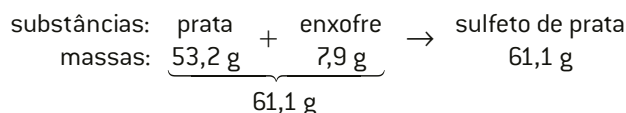


Esse mesmo experimento foi repetido muitas vezes, sempre utilizando balanças e determinando as massas dos reagentes e dos produtos. Isso permitiu a Lavoisier concluir que, em um sistema fechado, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos.

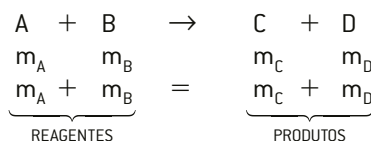
As fotografias abaixo demonstram a validade da lei de Lavoisier na obtenção do sulfeto de prata (produto) a partir de prata e enxofre (reagentes).



Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivos da editora



Generalizando:



Capítulo 7 • A matéria e os átomos 99

Orientações didáticas

Apresente aos estudantes a lei da conservação das massas promovendo a leitura coletiva do texto desta página. Explore as fotografias que exemplificam a lei de Lavoisier por meio da obtenção do sulfeto de prata (produto) a partir de prata e enxofre (reagentes). Considere apresentar aos estudantes vídeos em que essa ou uma experiência similar possam ser observadas. Se houver oportunidade, você também pode realizar as atividades práticas complementares desta e da página anterior, que contribuem para a compreensão da lei da conservação de massas.

No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Lei da conservação das massas e lei das proporções definidas”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

to maior a quantidade de palha de aço, mais visíveis serão os resultados) e anote o valor da massa. Ponha fogo e aguarde a combustão completa. Espere o fogo cessar e pese o sistema final.

Resultado e conclusões:

Solicite aos estudantes que, em duplas, proponham uma explicação para a não observância da lei da conservação das massas nesse caso. Espere-se que eles percebam que, como a transformação química ocorreu em ambiente aberto, a massa não se conservou. Explique que o ferro presente na palha de aço se combinou com o oxigênio presente no ar, formando óxido de ferro, o qual possui massa maior que a massa inicial do ferro.

- água e o balão com o antiácido. Anote a massa. Coloque o balão na boca da garrafa e faça com que o comprimido triturado caia na água. Agite a garrafa e perceba que o balão começa a inflar por causa da formação de gás carbônico. Pese novamente o conjunto.

Resultado e conclusões: Reforce que, na situação apresentada, a lei da conservação das massas é válida porque a reação se processou em sistema fechado. Isso ficará mais claro com a realização da atividade prática sugerida a seguir.

2. Combustão de palha de aço

Atenção: a atividade a seguir deve ser feita como demonstração pelo professor, levando em consideração todas as medidas de segurança necessárias, como uso de luvas, óculos, etc.

Material: balança de precisão de dois números significativos; palha de aço comercial; béquer de 500 mL ou lata de mesma dimensão; caixa de fósforos.

Procedimentos: Pese o conjunto béquer + palha de aço (quan-

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Lei das proporções definidas”. Esse tema muitas vezes é de difícil assimilação por parte dos estudantes; portanto, uma alternativa interessante é detalhar o experimento, lembrando que qualquer amostra de água apresenta sempre 88,9% de oxigênio e 11,1% em massa de hidrogênio, combinados na mesma proporção $\frac{1}{8}$.

Na sequência, desenvolva o item “O primeiro modelo atômico: Dalton”. Comente que, com o surgimento da Química, o inglês John Dalton retomou a ideia de átomo, previamente sugerida por Leucipo e Demócrito, e também propôs o primeiro modelo científico de constituição da matéria. O modelo de Dalton permitiu concluir que toda matéria é constituída por átomos de um mesmo elemento químico ou de elementos químicos diferentes e que, em função dos elementos presentes em sua constituição, as substâncias puras podem ser classificadas em simples ou compostas, como será estudado na página 103.

Indicação de leitura

(acesso em: 8 nov. 2018)

Para entender melhor as teorias gregas relacionadas ao átomo que antecederam a teoria de Dalton, sugerimos a leitura do texto:

PORTO, C. M. O atomismo grego e a formação do pensamento físico moderno. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1-11, dez. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000400016>>.



Retrato de John Dalton, químico e meteorologista britânico, em gravura de Charles Turner publicada na década de 1820.

100

Lei das proporções definidas

Em 1799, Joseph Louis Proust (1754-1826), por meio da análise de substâncias puras, determinou que a composição em massa dessas substâncias era constante, independentemente de seu processo de obtenção.

Experimentalmente, para a obtenção da água a partir do gás hidrogênio e do gás oxigênio, foram realizados dois experimentos cujos valores numéricos das massas dos reagentes e do produto são:

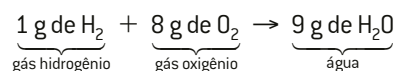
	Gás hidrogênio	+	Gás oxigênio	→	Água
Experimento 1	2 g		16 g		18 g
Experimento 2	20 g		160 g		180 g

Vamos determinar a razão entre as massas de gás hidrogênio e gás oxigênio nos dois experimentos.

$$\text{Experimento 1: } \frac{\text{gás hidrogênio}}{\text{gás oxigênio}} = \frac{2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{1}{8}$$

$$\text{Experimento 2: } \frac{\text{gás hidrogênio}}{\text{gás oxigênio}} = \frac{20 \text{ g}}{160 \text{ g}} = \frac{1}{8}$$

Como a razão é a mesma, podemos concluir que:

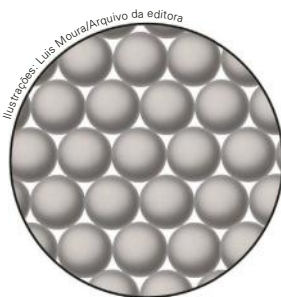


Em função desses resultados, Proust enunciou a **segunda lei ponderal**, conhecida por **lei das proporções definidas**, pela qual toda substância apresenta uma proporção em massa constante na sua composição.

➤ O primeiro modelo atômico: Dalton

A ideia do filósofo grego Demócrito, de que toda matéria deveria ser constituída por pequenas partículas indivisíveis, foi retomada pelo cientista inglês John Dalton (1766-1844), que, em 1808, elaborou uma teoria para explicar a constituição da matéria.

Para Dalton, a matéria seria constituída por pequenas partículas esféricas maciças e indivisíveis, que poderiam ser representadas por modelos, como os ilustrados abaixo. Essas partículas seriam os átomos.



Um conjunto de átomos de mesma massa e tamanho constitui um elemento químico.



Elementos químicos diferentes apresentam átomos com massas e tamanhos diferentes.

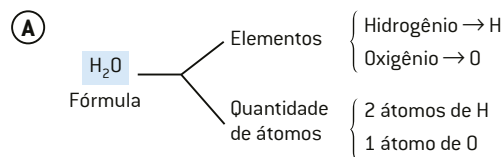
[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Até 1808, quando Dalton propôs a teoria atômica, eram conhecidos aproximadamente cinquenta elementos químicos. Até 2018, eram reconhecidos pela IUPAC (sigla em inglês para União Internacional de Química Pura e Aplicada) 118 elementos químicos, que são representados por símbolos constituídos por uma ou duas letras de forma, sendo a primeira maiúscula e a segunda, quando existir, minúscula.

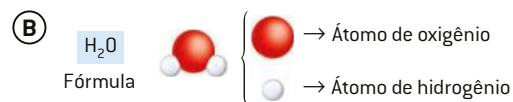
ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS		
Nome	Nome latino	Símbolo
Sódio	<i>Natrium</i>	Na
Potássio	<i>Kallium</i>	K
Hidrogênio	<i>Hidrogenium</i>	H
Ouro	<i>Aurum</i>	Au
Cobre	<i>Cuprum</i>	Cu
Carbono	<i>Carbo</i>	C

Para indicar a proporção com que cada elemento entra na formação de determinada substância, Dalton associou um índice numérico aos símbolos. Essa notação, simples e funcional, foi logo adotada pelos químicos da época e permanece inalterada até os dias atuais.

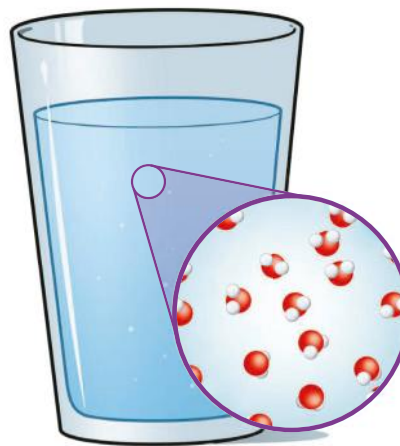
A representação gráfica de uma substância, utilizando símbolos e índices numéricos, é denominada **fórmula** e indica a constituição de cada unidade formadora da substância. Assim, por exemplo, quando dizemos que a fórmula da água é H_2O , devemos entender que a água é formada pela combinação de 2 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio. A essas unidades que constituem as substâncias deu-se o nome de **moléculas**. Veja em **A** uma molécula de água representada pela sua fórmula.



Veja agora em **B** outra representação muito utilizada para a molécula de água. Nessa representação, cada tipo de átomo (elemento) é representado por esferas diferentes.



[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]



Tiago Donizete Lemes/Arquivo da editora

Matéria e Energia

Orientações didáticas

Nesta página, iniciamos o estudo dos elementos químicos, que será aprofundado nos próximos capítulos desta unidade. Aqui, conceitos importantes serão introduzidos pela primeira vez, como os de elemento químico, de fórmula química e de molécula. Esses conceitos são fundamentais para a compreensão de todo o conhecimento relacionado à Química; portanto, certifique-se de que foram bem apreendidos por todos os estudantes antes de prosseguir com o conteúdo.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva dos textos desta página, aproveitando para esclarecer eventuais dúvidas explicitadas pelos estudantes.

Em seguida, solicite a eles que realizem uma pesquisa elencando os usos e as características de dez elementos químicos presentes no cotidiano. Os resultados das pesquisas podem ser expostos e compartilhados com os colegas por meio de cartazes impressos ou via digital (*blogs*, apresentações, *sites*, etc.). Veja, a seguir, alguns exemplos de elementos químicos e onde eles podem ser encontrados:

- Nitrogênio – solo;
- Sódio – sal de cozinha;
- Ferro – barras de ferro;
- Prata – joias;
- Mercúrio – pilhas, alguns termômetros;
- Alumínio – panelas;
- Carbono – grafite;
- Flúor – creme dental;
- Oxigênio – presente no ar;
- Cloro – água sanitária.

A seguir propomos conteúdos adicionais que apoiarão esta aula.

Indicação de site

[acesso em: 25 out. 2018]

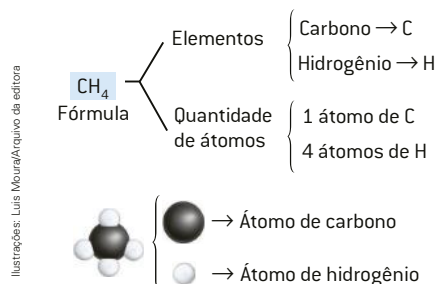
Para saber mais sobre a composição da matéria e os elementos químicos, acesse:

<<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-substancias-quimicas-historia-dos-elementos-quimicos/>>.

Material audiovisual sobre a composição da matéria e elementos químicos. Este vídeo, com cerca de 9 minutos, pode ser utilizado para reforçar o que foi trabalhado até o momento.

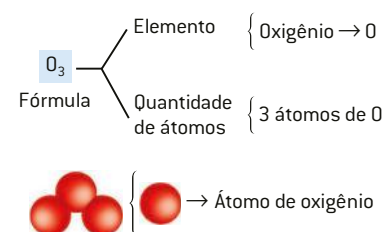
Utilizando essas mesmas representações, veja outros exemplos e suas principais aplicações:

Representações de uma molécula de metano



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Representações de uma molécula de ozônio



O gás natural veicular (GNV) que é utilizado como combustível alternativo em alguns veículos de transporte, como caminhões e ônibus, é composto de aproximadamente 88% de gás metano.

A partir do modelo atômico de Dalton, podemos concluir que toda matéria é constituída por átomos de um mesmo elemento ou de diferentes elementos químicos.

Em função dos elementos que estão presentes na constituição, temos as substâncias puras, que podem ser classificadas em simples ou compostas.



UM POUCO MAIS

O mundo é feito de átomos

[...] Atualmente, com o avanço científico e tecnológico, sabemos não apenas que a matéria é feita de átomos, mas também podemos manipular a matéria em escala atômica e produzir novas coisas.

A chamada nanotecnologia, que é a tecnologia na escala do nanômetro [10^{-9} m], vem permitindo o desenvolvimento de novos materiais que são aplicados nos mais diversos ramos. Alguns exemplos são a produção de computadores mais rápidos e baratos, ou a criação de remédios que curam inúmeras doenças.

[...] Os átomos de carbono também estão presentes nos ipês amarelos e brancos [...]. São idênticos aos dos diamantes mais caros ou àqueles que estão nos detritos que formam os anéis de Saturno. Os de oxigênio estão também nessas árvores, nos cristais de gelo que formam algumas nuvens, na água que cai nas Cataratas do Iguaçu e em muitas das belas nebulosas que observamos no céu.

Saber que as coisas são feitas de átomos talvez tenha sido uma das mais importantes descobertas da humanidade. Quando vemos que a natureza pode combiná-los de forma a produzir belos espetáculos, percebemos mais ainda como esse conhecimento é valioso.

Fonte: OLIVEIRA, Adilson de. O mundo é feito de átomos. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/o-mundo-e-feito-de-atomos/>> (acesso em: 10 jul. 2018).



Tudo que existe é feito de átomos.

Indicação de leitura

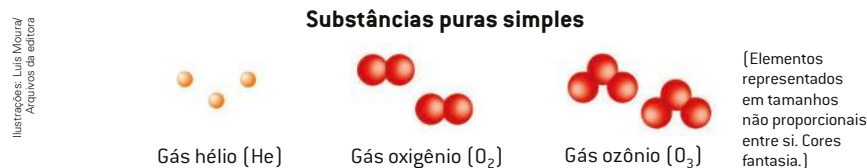
[acesso em: 17 out. 2018]

Para saber mais sobre a evolução histórica do conceito de elemento, consulte:

OKI, Maria da Conceição Marinho. *Química Nova na Escola*, n. 16, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf>.

Substâncias puras simples e compostas

A substância formada por um ou mais átomos de um mesmo elemento químico é classificada como **substância pura simples** ou apenas **substância simples**. Veja os exemplos a seguir.



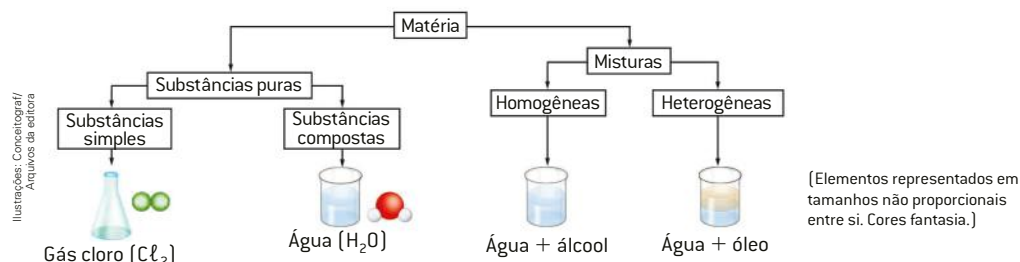
Uma substância cujas moléculas são formadas por dois ou mais elementos químicos é classificada como **substância pura composta** ou, simplesmente, **substância composta**. Veja os exemplos a seguir.



Uma **substância pura** é sempre representada por uma única fórmula. Se nessa fórmula houver um elemento apenas, ela será uma **substância pura simples**. Na fórmula de uma **substância pura composta** existe mais do que um elemento químico.

Uma **mistura** sempre é representada por mais do que uma fórmula, por exemplo: água e sal de cozinha (H₂O + NaCl).

Associando esses conhecimentos ao que foi visto até agora, podemos fazer uma classificação mais abrangente da matéria. Observe o esquema abaixo:



NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

- O conceito de átomo proposto pelos filósofos gregos.
- A lei da conservação das massas.
- A lei das proporções definidas.
- Características do modelo atômico de Dalton.
- Fórmulas químicas.
- Substâncias puras simples, puras compostas e misturas.



Os balões cheios de gás hélio flutuam devido a uma propriedade específica desse gás.

Orientações didáticas

Para finalizar este capítulo, detalhamos os conceitos de substância pura, simples e composta. Explore os exemplos apresentados com os estudantes: os gases hélio, oxigênio e ozônio, como exemplos de substâncias puras simples; e o gás cianídrico e a água, como exemplos de substâncias puras compostas. Com base no esquema desta página, diferencie substâncias e misturas; se necessário, forneça outros exemplos além dos citados no livro do estudante.

É muito importante que você se assegure de que os conceitos deste tópico sejam assimilados pela turma, uma vez que eles serão retomados ao longo de toda esta unidade e são elementares para o estudo da Química.

Indicação de site

[acesso em: 17 out. 2018]

O endereço eletrônico a seguir oferece uma ferramenta que permite construir modelos de moléculas simples e compostas.

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/11712/constmoleculas_lapeq.swf>.

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

- 1 e 3.** Veja a reprodução do livro do estudante.
- 2.** Ferro + Gás oxigênio → Óxido de ferro III (ferrugem)
- $$112 \text{ g} + x = 160 \text{ g}$$
- $$x = 160 - 112$$
- $$x = 48 \text{ g}$$

Síntese

1. Veja a reprodução do livro do estudante.
2. Como os produtos da reação dispersaram-se na atmosfera, a impressão que se tem é a de que houve perda de matéria, o que só é possível porque a reação química está ocorrendo em um sistema aberto, que permite a troca de materiais com o ambiente.

PENSE E RESOLVA

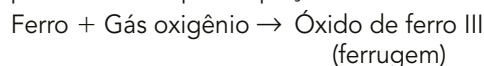
- 1** O carvão, ao reagir com o gás hidrogênio, produz gás metano, o principal componente do gás natural.

Foram realizados dois experimentos cujos dados estão na tabela a seguir.

Carvão + Gás hidrogênio → Gás metano			
1	12 g	a g	16 g
2	b g	40 g	c g

- a) Determine os valores de **a**, **b** e **c**.
a = 4 g; **b** = 120 g; **c** = 160 g.
- b) Qual lei foi utilizada para a determinação do valor de **a**? *Lei da conservação das massas, proposta por Lavoisier.*
- c) Qual lei permite determinar os valores de **b** e **c**? *Lei das proporções definidas, proposta por Proust.*

- 2** A formação da ferrugem (óxido de ferro III) pode ocorrer quando o ferro fica exposto ao ar, reagindo com o gás oxigênio. Esta transformação pode ser representada simplificada pela equação:



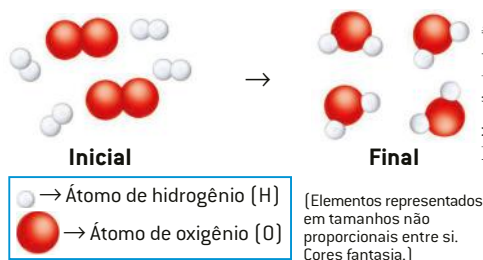
Suponha que uma placa de ferro de 112 g foi guardada em um recipiente fechado, com ar. Após a degradação completa, detectou-se 160 g de ferrugem.

A massa de oxigênio, em gramas, consumida nessa reação é aproximadamente:

- a)** 32 **c)** 56 *Veja comentário nas Orientações Didáticas.*
b) 48 *Alternativa b.* **d)** 72

Faça seus cálculos no caderno.

- 3** Com base no esquema a seguir, que representa os estados inicial e final de um sistema no qual ocorre uma reação química, responda aos itens.



- No estado inicial, temos uma substância pura ou uma mistura? **Mistura.**
- No estado final, temos uma substância pura ou uma mistura? **Substância pura.**
- Escreva em seu caderno as fórmulas dos gases presentes no sistema inicial. **H_2 e O_2 .**
- Escreva em seu caderno a fórmula do produto da reação. **H_2O .**
- Qual é o número de moléculas de cada substância no estado inicial?
4 moléculas de H_2 e 2 de O_2 .
- Qual é o número de átomos de cada elemento no estado inicial?
8 átomos de H e 4 átomos de O.
- Qual é o número de moléculas no estado final? **4 moléculas.**
- Nessa reação ocorre conservação do número de átomos ou do de moléculas?
Conservação do número de átomos.
- A resposta da questão anterior pode ser generalizada para todas as reações químicas? Justifique. **Sim, pois ocorre conservação do número de átomos.**

SÍNTESE

- 1** O carvão, ao reagir com o gás oxigênio presente no ar, produziu gás carbônico. Essa reação foi feita três vezes e alguns valores das massas constam da tabela a seguir.

	Carvão	+ Gás oxigênio	→ Gás carbônico
Reação 1	12 g	32 g	x
Reação 2	a	16 g	22 g
Reação 3	60 g	b	y

x = 44 g; **a** = 6 g; **b** = 160 g; **y** = 220 g.

- a) Determine os valores de **x**, **a**, **b** e **y**.
- b) Qual lei foi utilizada para determinar os valores de **x** e de **a**? Lei da conservação das massas, de Lavoisier.
- c) Qual lei foi utilizada para determinar os valores de **b** e **y**? Lei das proporções definidas, de Proust.

- 2 A queima da madeira de uma fogueira pode ser representada por:

madeira + gás oxigênio → cinzas + gás carbônico + vapor de água + energia.

Considerando a reação acima, explique por que temos a impressão de que a madeira desapareceu ao ser queimada?

Resposta nas Orientações Didáticas.

DESAFIOS

- 1 Em um laboratório, foram realizados três experimentos.

Experimento I – Temos carvão em pó no prato **A** e os pratos estão equilibrados. Se o carvão queimar, ele reagirá com o gás oxigênio presente no ar e se transformará em gás carbônico.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



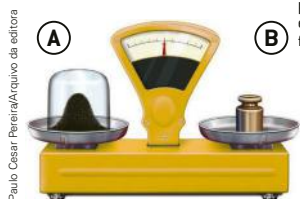
Experimento II – Temos uma esponja de ferro (Fe) no prato **A** e os pratos estão equilibrados. Ao queimarmos a esponja, o ferro reagirá com o gás oxigênio do ar, produzindo uma substância sólida denominada óxido de ferro.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

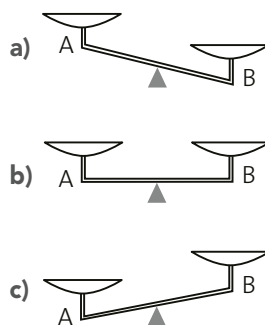


Experimento III – Temos carvão em pó (C) no prato **A** dentro de um sistema fechado, e os pratos estão equilibrados. Com o auxílio da luz solar e utilizando uma lente, provocamos a queima do carvão.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



Indique, para cada experimento, qual das alternativas a seguir apresenta a posição final dos pratos da balança. Justifique sua resposta.



Experimento I: alternativa **a**. O carbono reage com o gás oxigênio e se transforma em gás carbônico (gasoso).

Experimento II: alternativa **c**. O ferro reage com o gás oxigênio e se transforma em óxido de ferro.

Experimento III: alternativa **b**. O gás carbônico formado não escapa e continua sobre o prato **A**, mantendo a mesma massa que **B**.

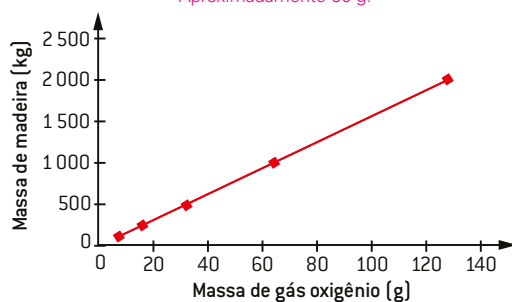
- 2 Se compararmos a massa de uma semente com a massa da planta gerada, poderemos nos enganar e pensar que esse crescimento é um exemplo de criação de matéria. Explique essa confusão baseando-se na lei de Lavoisier e na ilustração abaixo.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

- 3 De acordo com o gráfico abaixo, qual seria a massa de gás oxigênio necessária para queimar 1 000 kg de madeira?

Aproximadamente 60 g.



Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Desafios

- 1 e 3. Veja a reprodução do livro do estudante.
2. Segundo a lei de Lavoisier, a matéria não pode ser criada nem destruída, assim, a semente que germina não é capaz de criar matéria. Durante a germinação a planta se alimenta das reservas de nutrientes armazenados na semente. Ao aparecerem as primeiras folhas verdes, a planta continua seu desenvolvimento usufruindo de substâncias que obtém do meio e realizando fotossíntese.

Respostas e comentários
das questões

Leitura complementar

1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

Antoine Laurent de Lavoisier

Considerado um dos maiores cientistas da história, Antoine Laurent de Lavoisier nasceu em Paris, em 1743. Conhecido por muitos como o pai da Química Moderna, Lavoisier recebeu desde cedo uma boa educação no colégio Mazarin. Aos 22 anos, ganhou medalha de ouro da Academia de Ciências por um projeto de iluminação para as ruas de Paris, e, aos 25, foi eleito membro da prestigiosa Academia Real de Ciências da França.

Ainda aos 25 anos, o químico francês tomou uma decisão que lhe custaria a vida futuramente: associou-se à Ferme Générale – uma sociedade privada que tinha o direito de cobrar impostos em nome da coroa francesa. Aos 26 anos, conheceu Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836), que era filha de um dos sócios majoritários da Ferme Générale, e casou-se com ela em 1771. O casamento transformou-se em uma grande união para ambos, já que Marie-Anne auxiliava Lavoisier em suas pesquisas e traduzia trabalhos científicos e filosóficos.

[...]

Ao longo de sua vida, ele propôs a Lei de Conservação da Massa ou Lei de Lavoisier, a qual mostrava que, nas reações de combustão, as massas de todas as substâncias envolvidas permaneciam inalteradas. [...]

[...]

Em 1789, Lavoisier publicou a obra *Tratado Elementar de Química*, que fornecia uma nomenclatura moderna para 33 elementos.

Fonte: PORTAL de Divulgação Científica e Tecnológica. Lavoisier: vida, obra e descobertas. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/personalidades_ciencia/Antoine_Lavoisier.html> (acesso em: 10 jul. 2018).

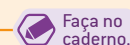
Isso foi importante porque antes a alquimia usava uma linguagem obscura para referir-se aos elementos.

Lavoisier teve um fim trágico infelizmente, já que nesse mesmo ano de 1789 ocorreu a Revolução Francesa, que derrubou a ordem política existente. O povo rebelou-se contra os excessos da coroa, e os membros da Ferme Générale foram considerados inimigos. Preso em 1793, acabou sendo guilhotinado em 1794, aos 51 anos, em plena Place de la Révolution em Paris, atual Place de la Concorde. [...]



No óleo sobre tela, pintado por Jacques-Louis David, em 1788, Lavoisier aparece ao lado de sua esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze.

Questões



- 1 Qual foi a lei proposta por Lavoisier? *A lei da conservação das massas.*
- 2 Por que ele é conhecido como o introdutor da Química moderna?
*Porque lançou uma publicação que é considerada o marco da Química moderna, intitulada *Tratado elementar de Química*.*



Os estados físicos da matéria e suas características



Alamy/Fotoarena

Vimos anteriormente o que é matéria, analisamos suas propriedades e entendemos como medi-las. A partir de agora, vamos estudar como a matéria é formada e como ela pode se comportar em diferentes pressões e temperaturas.

Observe a imagem acima e reflita sobre algumas ideias. A substância água está presente nesta fotografia em quais estados físicos? O que muda quando a água líquida vira gelo? Por que o *iceberg* flutua e não afunda, uma vez que é formado pela mesma substância? Quais são os fatores que favorecem o derretimento do *iceberg*?

Neste capítulo, vamos estudar as mudanças de estados físicos da matéria e como podemos representá-las usando um modelo para facilitar a compreensão de todos esses fenômenos.

Iceberg visto acima e abaixo da superfície do mar. Ilha de Baffin, no Canadá, 2017.



Habilidade da BNCC

(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender que a matéria é constituída de átomos.
- Compreender que as representações de átomos e de moléculas apresentadas são modelos.
- Comparar as características de cada estado físico da matéria com a organização de suas partículas.
- Identificar e caracterizar as mudanças de estado físico da matéria.
- Relacionar as variações de temperatura e de pressão com as mudanças de estado físico.
- Interpretar e construir os diagramas de mudanças de estado físico.

Objeto de conhecimento

- Estrutura da matéria.

Problematização/Conhecimentos prévios

Este capítulo é dedicado à revisão e à ampliação dos conceitos de estados físicos da matéria, mudanças de estado físico e densidade, que começaram a ser estudados no 6º ano, mas que serão aprofundados do ponto de vista microscópico.

O objetivo, nesse momento, é levar os estudantes a perceber que a diferença entre cada estado físico é resultado da atração que existe entre suas partículas. Nessa faixa etária, entretanto, não há necessidade de apresentar a natureza dessas atrações.

Para iniciar a abordagem deste capítulo, é interessante levar para a aula alguns cubos de gelo em um pires ou copo e, em outro, um pouco de água em estado líquido. Então, solicite aos estudantes que, em duplas, respondam: “Por que a água em estado líquido adquire a forma do copo e o gelo não?”; “Como as partículas da água líquida estão organizadas? E as partículas do gelo?”; “A água também pode ser encontrada na forma de vapor. Nessa forma, como estariam organizadas suas partículas?”.

■ Neste capítulo

Comente com os estudantes que, em nosso cotidiano, estamos em contato com diversas substâncias e, dependendo da atração entre as partículas que as constituem, e consequentemente da organização que apresentam, elas encontram-se no estado sólido, líquido ou gasoso.

Esclareça que essa organização nem sempre é fixa e pode ser alterada pela variação de temperatura e/ou de pressão. Mencione que, quando isso ocorre, há uma mudança de estado físico (ou estado de agregação). Relembre que cada estado de agregação apresenta características próprias de volume e forma e destaque que, quando uma substância muda de estado, pode sofrer alterações em suas características macroscópicas (volume, forma, etc.) e microscópicas (organização das partículas), mas não há mudança em sua composição.

Assim, neste capítulo, serão abordados as características dos diferentes estados físicos, os gráficos de mudanças de estado em função da variação da temperatura e o conceito de densidade e suas aplicações.

➤ O modelo de Dalton e as mudanças de estado físico

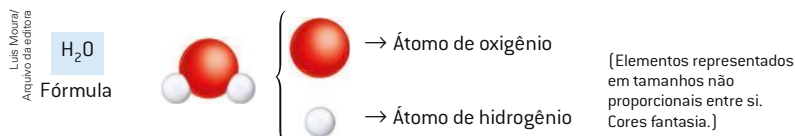
Já estudamos que toda matéria existente na natureza é constituída por unidades denominadas átomos. As inúmeras combinações possíveis desses átomos formam substâncias que são encontradas em diferentes estados físicos, os quais podem ser decorrentes de maior ou menor interação das moléculas que formam a matéria.

Os estados físicos da matéria são:

- sólido;
- líquido;
- gasoso (vapor).

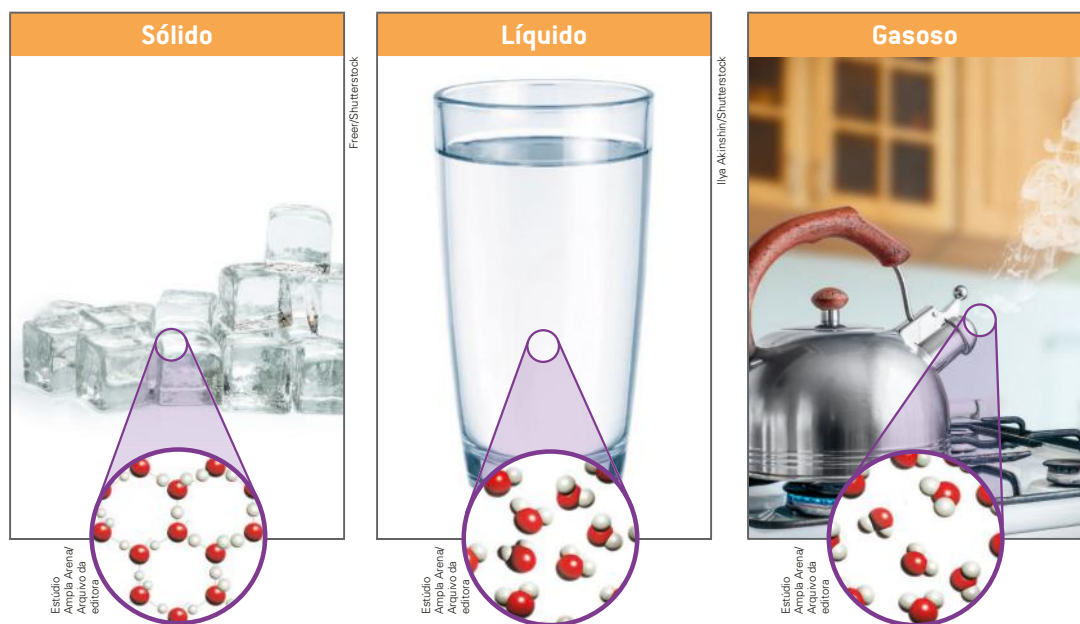
Vamos estudar agora as interações dessas moléculas utilizando o modelo de Dalton.

Para relembrar o modelo de Dalton, observe as ilustrações abaixo.



Nas ilustrações, cada molécula de água está representada por uma esfera vermelha ligada a duas esferas brancas. O modelo de Dalton será utilizado frequentemente para várias substâncias.

Já estudamos também que os estados físicos podem ser chamados de **estados de agregação**. Observe as imagens.

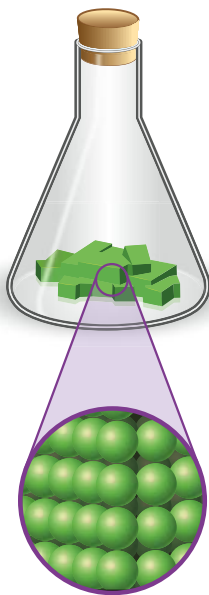
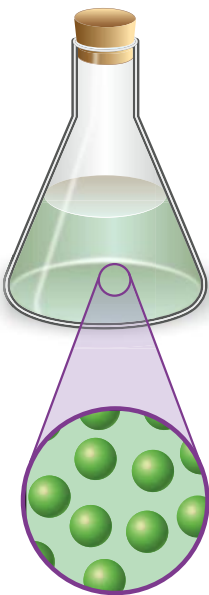
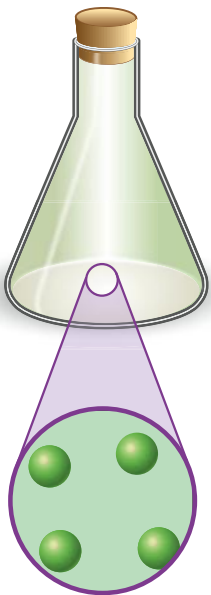


(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

A água em estado gasoso, ou de vapor, não é visível (note a região imediatamente acima do bico da chaleira). A “fumacinha” ou “nuvem” que vemos é na verdade o vapor que, ao entrar em contato com o ar (mais frio), volta ao seu estado líquido (sofre condensação).

Cada um dos três estados de agregação apresenta características próprias de volume e forma que podem ser alteradas pela variação de temperatura (aquecimento ou resfriamento) ou de pressão.

Quando uma substância muda de estado, sofre alterações em suas características macroscópicas (volume, forma, etc.) e microscópicas (organização das partículas), não havendo, contudo, mudança em sua composição.

Características macroscópicas dos estados físicos			
	Sólido	Líquido	Gasoso
Estado			
Características das substâncias	• Forma própria. • Volume fixo. • Dificilmente sofre compressão.	• Adquire a forma do recipiente que o contém. • Volume fixo. • Dificilmente sofre compressão.	• Tem a forma do recipiente. • As partículas se movimentam espontaneamente e ocupam todo o volume do recipiente. • Sofre compressão e expansão facilmente.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Os três estados físicos podem ser estudados com base na organização das moléculas, apresentando as seguintes características:

- **Estado sólido** – moléculas organizadas. O único movimento é sua vibração. A atração entre elas é intensa.
- **Estado líquido** – moléculas com menor organização, com forças de atração menos intensas, o que permite que se movimentem.
- **Estado gasoso** – moléculas com grande desorganização, praticamente sem forças de atração e com grande liberdade de movimento.

Orientações didáticas

Geralmente, a água é a substância mais utilizada como modelo para o estudo dos estados físicos da matéria. Isso se deve ao fato de que ela pode ser encontrada na Terra, em condições normais de temperatura e pressão, nos três estados físicos. Por exemplo, em rios, lagos e mares a água se encontra na forma líquida, nos *icebergs* está na forma sólida e na atmosfera se encontra como vapor.

Explore o quadro desta página com os estudantes, retomando o modelo atômico de Dalton e ressaltando que a diferença entre cada estado físico é resultado da atração existente entre suas partículas e sua consequente organização. Fique atento a possíveis dúvidas dos estudantes em relação às características apresentadas de cada tipo de substância e esclareça-as sempre que necessário.

Indicações de sites

[acesso em: 24 out. 2018]

- Estados físicos da matéria. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/estados_materia.htm>.
- Vídeo sobre os estados físicos da matéria produzido pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino-Aprendizagem de Química da Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4LxJ8v8X6xs>>.

Orientações didáticas

Relembre com os estudantes o nome de cada uma das mudanças de estado físico. Se necessário, elabore coletivamente um esquema representativo dessas alterações no quadro de giz.

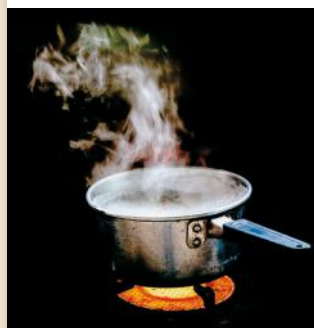
Destaque a diferença entre ebulição e evaporação. Caso considere pertinente, construa com os estudantes um quadro comparativo, conforme o exemplo a seguir.

Evaporação	Ebulição
Espontânea	Não espontânea
Não forma bolhas	Forma bolhas
Ocorre a qualquer temperatura	Ocorre a uma temperatura específica

Se julgar conveniente, esclareça também que, embora o livro do estudante apresente esses termos como sinônimos, a liquefação e a condensação não são exatamente a mesma coisa. Comente que a condensação é a passagem de um vapor (estado gasoso instável) para o estado líquido; já a liquefação é a passagem de um gás (estado gasoso estável) para o estado líquido.

Por fim, considere solicitar aos estudantes que produzam um texto narrativo com situações cotidianas em que haja transformações de estado físico. Para ajudá-los a entender como o texto deve ser produzido, forneça um exemplo: “Todo dia, ao acordar, tomo um banho com água morna para despertar. Hoje, a água estava um pouco quente e o espelho do banheiro ficou embaçado. Passei uma toalha no espelho para que pudesse me pentear. Escovei os dentes e fui tomar café. Quando cheguei à cozinha, vi minha mãe fervendo água na chaleira...”.

Oriente os estudantes a incluir na narrativa somente situações em que ocorram mudanças de estado. Reforce, entretanto, que não há necessidade de explicitar essas informações ao longo do texto;



A água que se ferve, por exemplo, para a preparação de alimentos, sofre ebulição.

110

elas devem ser sumarizadas em um quadro à parte, conforme o exemplo a seguir.

Situações cotidianas	Transformações de estado
Espelho embaçado	Condensação
Fervendo água	Ebulição

Mudanças de estado físico

Você iniciou o estudo sobre mudanças de estado físico no 6º ano. Agora, irá conhecer um pouco mais sobre esse assunto.

Para que ocorra mudança de estado físico, deverão ocorrer alterações nas características macroscópicas (volume, forma, etc.) e microscópicas (arranjo das partículas) pela variação de temperatura e/ou de pressão, sem alterar a composição da matéria. Cada mudança de estado recebe um nome, como mostrado a seguir.

Fusão e solidificação

Quando fornecemos calor a um sólido, as partículas presentes em sua estrutura ganham energia e se movimentam rapidamente até que sua estrutura rígida seja destruída, passando do estado sólido para o líquido. A esse processo damos o nome de **fusão**.

De maneira semelhante, quando uma substância sofre perda de energia, o movimento das partículas no estado líquido diminui, voltando ao arranjo característico do estado sólido. A esse processo damos o nome de **solidificação**.

Vaporização e liquefação

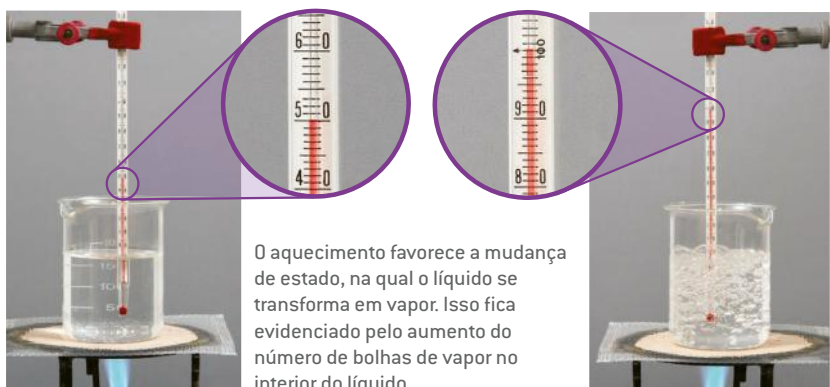
A **vaporização** pode receber outros nomes, dependendo das condições em que o líquido se transforma em vapor.

- **Evaporação**: passagem do estado líquido para o estado de vapor. Ela ocorre predominantemente na superfície do líquido, de forma lenta e gradual, sem ocasionar o surgimento de bolhas no seu interior e em qualquer temperatura.



A água que está nas roupas que secam no varal sofre evaporação.

- **Ebulição**: passagem rápida do estado líquido para o estado de vapor, geralmente obtida pelo aquecimento do líquido, quando ocorre a formação de bolhas. Cada substância ou mistura de substâncias sofre ebulição em temperaturas diferentes, dependendo da pressão atmosférica. A água ao nível do mar, por exemplo, apresenta temperatura de ebulição (TE) igual a 100 °C.

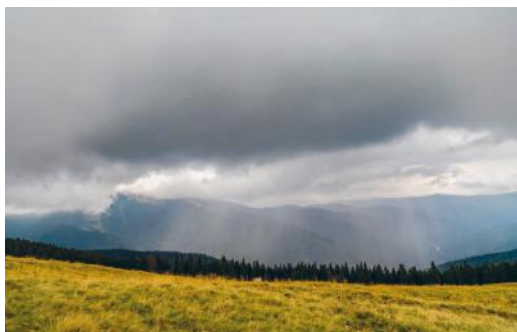


O aquecimento favorece a mudança de estado, na qual o líquido se transforma em vapor. Isso fica evidenciado pelo aumento do número de bolhas de vapor no interior do líquido.

Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

Liquefação ou **condensação** é o processo inverso da vaporização. Ele ocorre quando as partículas da substância perdem energia, fazendo com que o movimento das partículas do estado de vapor diminua e transforme-se em líquido novamente.

A chuva é um processo de liquefação.



Cristian Zamfir/Shutterstock

Sublimação

A **sublimação** é a passagem direta do estado sólido para o estado de vapor, isto é, sem passar pelo estado líquido. Quando ocorre o processo inverso, ou seja, do estado de vapor para o sólido, também pode ser chamado de sublimação ou de ressublimação. Esse fenômeno ocorre, por exemplo, com as bolinhas de naftalina em armários de roupas ou com alguns tipos de desinfetantes sólidos usados em vasos sanitários. Também sofrem sublimação: iodo, cânfora e gelo-seco (gás carbônico no estado sólido).

Mashka/Shutterstock



Bolinhas de naftalina utilizadas em armários para repelir insetos como traças e baratas. A substância química que as compõe, o naftaleno, é altamente tóxica não apenas para os insetos. Por isso, elas devem ser mantidas fora do alcance de crianças e de animais domésticos.



Photostrimer/Shutterstock

O gelo-seco é um recurso muito utilizado em *shows* e outras apresentações artísticas pelo efeito de “nuvem” branca e densa que ele causa.

EM PRATOS LIMPOS

Gás ou vapor?

A expressão “estado gasoso” é usada para substâncias que, em condição ambiente, são encontradas na **forma de gases**, como gás oxigênio, gás nitrogênio, gás argônio e gás carbônico. Substâncias que em condição ambiente são encontradas no estado sólido ou no líquido e que sofrem vaporização ou sublimação passam para o estado de vapor.

Podemos diferenciar o estado gasoso do estado de vapor, simplificadamente, da seguinte maneira:

- uma substância no **estado de vapor** pode virar líquido quando submetida a um **aumento** de pressão ou a uma **diminuição** de temperatura – aplicados **separadamente**;
- uma substância no **estado gasoso** só pode virar líquido se submetida **simultaneamente** a um **aumento** de pressão e a uma **diminuição** de temperatura.

Matéria e Energia



Orientações didáticas

Verifique a possibilidade de levar para esta aula um pouco de gelo-seco, a fim de que os estudantes possam visualizar o processo de sublimação. Esclareça que, apesar do nome “gelo-seco”, ele é dióxido de carbono (CO_2) no estado sólido a aproximadamente -78°C ; portanto, seu manuseio exige cuidados: utilize luvas, uma vez que, se entrar em contato com a pele, o gelo-seco pode causar graves queimaduras.

Promova a leitura coletiva do boxe *Em pratos limpos* e esclareça possíveis dúvidas sobre a diferenciação dos conceitos de estado de vapor e estado gasoso. Se necessário, retome os efeitos da variação de temperatura e pressão na mudança de estado físico de uma substância.

No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Estados físicos da matéria e suas transformações”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Orientações didáticas

Ao explicar que mudanças de estado demandam variação de energia, é interessante fornecer exemplos práticos aos estudantes. Você pode citar, por exemplo, o efeito refrescante que a aplicação de um desodorante aerossol ou de álcool gel provoca sobre a pele. Isso acontece porque o corpo humano transfere energia para que o desodorante ou o álcool evapore. Mencione que, quando transpiramos, acontece algo similar: o corpo transfere energia para a água do suor, que, com isso, evapora, diminuindo a sensação de calor.

Caso considere pertinente, comente que a determinação da temperatura de fusão é um método simples e rápido usado nas diversas áreas da Química para descobrir a pureza de uma dada substância.

Finalize a abordagem desta página analisando o gráfico com os estudantes e interprete-o coletivamente, explicando como a influência da temperatura nas mudanças de estado é representada.

Indicações de sites

(acesso em: 24 out. 2018)

- Para saber mais sobre a quantidade de calor absorvida ou liberada em uma mudança de estado, acesse: <<https://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap5/cap5-2.html>>.
- Sugerimos também um simulador que pode auxiliar na compreensão do gráfico de mudança de estado em razão da temperatura: <<http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/simulacoes/fase.php>>.

Processos endotérmicos e exotérmicos

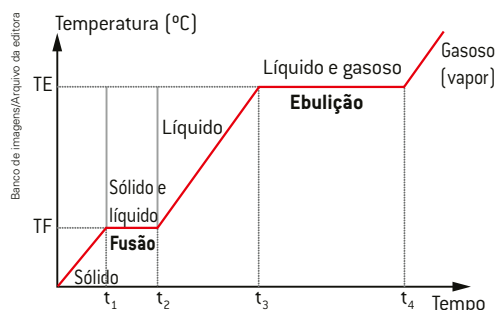
Os processos de mudança de estado físico das substâncias podem ocorrer com a absorção de calor ou com a liberação de calor.

Os processos que ocorrem com **absorção** de calor, como fusão, vaporização e sublimação, são denominados **processos endotérmicos**; os processos em que ocorrem **liberação** de calor, como solidificação, liquefação e (res) sublimação, são denominados **processos exotérmicos**.

Influência da temperatura nas mudanças de estado



Rio Hai, na China, que teve sua superfície congelada devido à baixa temperatura em 3/1/2018.



A temperatura está diretamente relacionada com o estado de agitação das partículas que formam um corpo e com a capacidade de transmitir ou receber calor.

Ao fornecermos calor a um sistema constituído de uma substância pura e anotarmos as temperaturas nas quais ocorrem as mudanças de estado físico, ao nível do mar, obtemos um gráfico como o representado ao lado.

Ao analisá-lo, observamos que a primeira mudança de estado físico é a **fusão**, que ocorre em uma temperatura denominada **temperatura de fusão** (TF) ou ponto de fusão. A segunda mudança de estado é a **ebulição**, a qual ocorre em uma temperatura denominada **temperatura de ebulição** (TE) ou ponto de ebulição.

No caso da água ao nível do mar, a fusão ocorre a uma temperatura de 0 °C e a ebulição ocorre a uma temperatura de 100 °C.

Gráficos como esse, que apresentam dois patamares, em que as temperaturas permanecem constantes nas mudanças de estado (fusão e ebulição), caracterizam o comportamento de uma substância pura (formada por um único tipo de molécula) durante o aquecimento.

Por que os lagos congelam só na superfície?

Porque a camada de gelo funciona como uma espécie de “cobertura”, impedindo que a água mais profunda congele. “A capa gelada faz o papel de isolante térmico. Como o gelo é um mau condutor, ele evita que o resto da água perca calor para a atmosfera”, afirma o glaciologista Jefferson Cardia Simões, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Há ainda outro fator importante: no inverno, o fundo do lago libera o calor armazenado pelo solo durante o verão, deixando a temperatura um pouco mais quente, perto de 4 °C. Pode não ser nada encorajador para um mergulho, mas é o suficiente para manter a água em estado líquido, garantindo a sobrevivência de várias espécies. Nos lagos que congelam só no inverno, a capa de gelo não costuma ter mais que 1 metro de espessura. Parece pouco, mas, se ela for bem sólida e longa, suporta o peso de um caminhão de 25 toneladas!

A água de lagos e rios congela a 0 °C e nos oceanos a -1,8 °C — porque o sal reduz a temperatura necessária para o congelamento. O “cobertor gelado” dos mares também pode ser mais espesso. Existem regiões no Ártico com mais de 30 metros de gelo, embora a média não ultrapasse 5 metros no polo Norte e 1,20 metro no oceano Antártico.

Fonte: **Superinteressante**. Por que os lagos congelam só na superfície? Publicado em: 18 abr. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/por-que-os-lagos-congelam-so-na-superficie/>> (acesso em: 31 jul. 2018).



[A] Lago congelado em Munique, na Alemanha durante o inverno de 2018.
[B] O mesmo lago durante o verão de 2018.

A temperatura de fusão (TF) e a temperatura de ebulição (TE), a uma dada pressão, são duas propriedades específicas das substâncias puras, pois praticamente apresentam valores de TF e TE sem variação.

Substâncias puras diferentes apresentam distintas TF e TE.

A tabela a seguir apresenta os valores de TF e TE de algumas substâncias puras:

Temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias puras (ao nível do mar)		
Substância	TF (°C)	TE (°C)
Água	0	100
Álcool comum	-114	78
Mercúrio	-39	357
Ferro	1 535	3 000

Fonte: CREF – UFRGS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/amees/tabela.html>> (acesso em: 15 nov. 2018).

Orientações didáticas

Solicite aos estudantes que leiam o texto apresentado no boxe *Um pouco mais* e tentem explicar, com as próprias palavras, por que somente a superfície dos lagos congela no inverno. Permita que eles exponham suas opiniões livremente e só então esclareça que a camada superficial de gelo em um lago funciona como isolante térmico, impedindo que a água mais profunda congele, ou seja, ela evita que a água que está abaixo dela perca calor para a atmosfera.

Aproveite para comentar que a água nos oceanos congela a uma temperatura mais baixa por causa do sal presente em sua composição, que diminui a temperatura de fusão da solução. É por isso que, em países onde costuma nevar, joga-se sal nas ruas e calçadas para derreter o gelo acumulado. Caso considere pertinente, comente que essa lógica também pode ser aplicada para resfriar bebidas e alimentos. Explique que a mistura de gelo, água e sal de cozinha torna as bebidas geladas mais rapidamente, pois o sal acelera o derretimento do gelo, o que faz com que a quantidade de água na forma líquida, que conduz melhor o calor, aumente, acelerando a transferência de energia térmica da bebida para a água.

Orientações didáticas

Verifique a possibilidade de demonstrar, no laboratório da escola ou por meio de vídeos educativos, a influência da pressão nas mudanças de estado. Um exemplo prático é apresentar a possibilidade de ferver a água a uma temperatura inferior a 100 °C. Para isso, é preciso adicionar 10 mL de água com temperatura entre 45 °C e 50 °C em uma seringa de 50 mL, tampar a ponta da seringa imediatamente com o dedo e puxar o êmbolo para trás sem retirá-lo completamente. Mostre que a água começa a ferver. Explique que, ao puxar o êmbolo, a pressão interna na seringa diminui e a água entra em ebulição.

Leia com os estudantes o boxe *Em pratos limpos*, que esclarece o funcionamento de uma panela de pressão, explicando como o uso dela acelera o cozimento dos alimentos.

Indicação de site

[acesso em: 24 out. 2018]

Uma sugestão de simulador para que os estudantes possam compreender como a temperatura e a pressão influenciam na agitação das partículas está disponível no seguinte endereço eletrônico: <<http://objeto.seducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/21705>>.

Influência da pressão nas mudanças de estado

A Terra está envolta por uma camada de ar chamada **atmosfera**, que possui uma espessura aproximada de 1 000 km.

Essa camada de ar exerce pressão sobre tudo o que existe na Terra e é chamada de **pressão atmosférica**.

A quantidade de moléculas do ar por unidade de volume diminui com o aumento de altura, o que proporciona uma diminuição da pressão atmosférica. Ao nível do mar, a pressão atmosférica vale 1 atmosfera (1 atm). No Everest (Ásia), que está 8 840 metros acima do nível do mar, a pressão atmosférica apresenta aproximadamente $\frac{1}{3}$ desse valor.

Quando a pressão é maior sobre a superfície de um líquido, torna-se difícil sua mudança de estado para vapor.

Quando a pressão é menor sobre a superfície de um líquido, a mudança de estado para vapor ocorre a uma temperatura menor do que a evidenciada ao nível do mar. Por exemplo, na cidade de Santa Terezinha (PE), a uma altitude de aproximadamente 800 m, a água entra em ebulição a uma temperatura de 98 °C.



Vista da cidade de Santa Terezinha (PE), em 2018, localizada a 800 m do nível do mar, aproximadamente.



Vista das montanhas Lobuche e do monte Everest, entre a China e o Nepal, cujo pico está a 8 848 metros acima do mar.

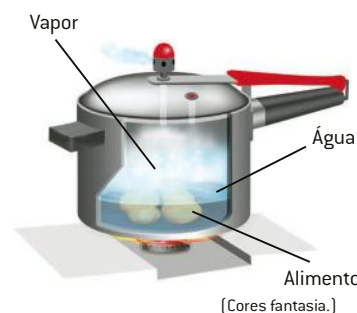


EM PRATOS LIMPOS

Por que os alimentos cozinham mais rápido na panela de pressão?

Quanto maior a pressão que o ar exerce sobre a superfície de um líquido, mais difícil será a passagem de suas moléculas para o estado de vapor. No interior da panela de pressão, a pressão do vapor é cerca de quatro vezes maior que a pressão atmosférica. Nela, a água pode atingir, ainda no estado líquido, temperaturas em torno de 130 °C.

Assim, o alimento que se encontra nessa água é cozido a uma temperatura maior do que se fosse cozido em uma panela aberta. Em razão disso, seu cozimento é mais rápido.



Conceitograf/Arquivo da editora

► Densidade

Além de conhecer as temperaturas de fusão e de ebulição, para identificar uma substância é necessário conhecer sua densidade. O que é e como se determina a densidade?

É provável que você já saiba ou tenha observado que, se colocado sobre a água, o óleo de cozinha flutua, diferentemente de um pequeno pedaço de chumbo, que, na mesma situação, afunda. Para entender por que um material afunda ou flutua, vamos analisar a situação mostrada na fotografia ao lado.

Observe que óleo de cozinha e água são imiscíveis, isto é, não se dissolvem entre si. A razão entre a massa e o volume de um mesmo material, nas mesmas condições de temperatura e pressão, é denominada **densidade**.

$$\text{densidade (d)} = \frac{\text{massa (m)}}{\text{volume (V)}} \quad d = \frac{m}{V}$$

Vamos calcular as densidades do chumbo, da água e do óleo a 1 atm e 4 °C, com os dados obtidos no experimento registrado na fotografia.

Chumbo	Água	Óleo
$d = \frac{11,3 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 11,3 \text{ g/cm}^3$	$d = \frac{99 \text{ g}}{99 \text{ cm}^3} = 1 \text{ g/cm}^3$	$d = \frac{450 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3} = 0,9 \text{ g/cm}^3$

Nas mesmas condições de pressão e temperatura, a densidade é uma das propriedades físicas que permitem identificar materiais.

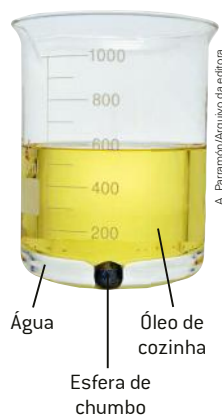
Comparando os valores, temos:

$$d_{\text{óleo}} < d_{\text{água}} < d_{\text{chumbo}}$$

Por esses valores percebe-se que o material de menor densidade flutua e que o de maior densidade afunda.

Para sólidos e líquidos, a densidade geralmente é expressa em **gramas por centímetros cúbicos (g/cm³)**; para gases, costuma ser expressa em **gramas por litro (g/L)**.

A densidade de uma mesma substância depende do estado físico e da temperatura; no caso dos gases, além desses fatores, inclui-se também a pressão.



No béquer foram colocados uma esfera de chumbo de massa igual a 11,3 g e volume de 1 cm³; um volume de 99 cm³ de água, cuja massa é de 99 g; e um volume de 500 cm³ de óleo de soja de massa igual a 450 g.

Nas regiões polares, é comum a presença de grandes blocos de gelo flutuando na água do mar. Isso ocorre porque a densidade do gelo (0,92 g/cm³) é menor do que a densidade da água do mar (1,03 g/cm³). Islândia, 2018.

Orientações didáticas

Para demonstrar os conceitos relacionados à densidade das substâncias, verifique a possibilidade de levar para a sala de aula um cubo de gelo, um copo com água e um prego. Coloque o prego no copo com água e pergunte aos estudantes por que ele afundou; depois, coloque o cubo de gelo e pergunte por que ele flutuou. É provável que eles digam que o prego afundou porque é mais pesado e que o gelo flutuou porque é mais leve. Se esse for o caso, considere realizar outra demonstração, que consiste em colocar delicadamente um quadrado de papel-alumínio curvado de forma côncava, simulando um barquinho, na superfície da água. Nesse caso, ele deverá flutuar. Em seguida, retire o quadrado da água, amasse-o, formando uma bolinha, e o insira novamente na água. Nesse caso, ele deverá afundar. Chame a atenção dos estudantes para o fato de que a massa do papel-alumínio era a mesma em ambas as situações, o que mudou foi o espaço (volume) ocupado por ele. Aproveite esse momento para conceituar densidade como a razão (quociente) entre a massa e o volume de um mesmo material, nas mesmas condições de temperatura e pressão. Explique que o material de menor densidade flutua e que o de maior densidade afunda. Por fim, comente que o conceito de densidade ajuda a explicar por que um transatlântico, mesmo sendo muito pesado, não afunda no mar ou por que as pessoas não afundam no mar Morto.

Indicação de site

[acesso em: 24 out. 2018]

Uma sugestão de experimento sobre densidade de líquidos pode ser verificada no endereço eletrônico indicado a seguir. Nesse experimento, além da questão da flutuabilidade, os estudantes poderão verificar como diferentes líquidos de mesmo volume podem ter massas diferentes. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_densidadedoslquidos>.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, que relaciona os conceitos de densidade, colesterol e doenças do coração. Essa é mais uma oportunidade para que os estudantes desenvolvam a habilidade de relacionar os conhecimentos adquiridos ao seu cotidiano e aos cuidados com a saúde.

Após a leitura do boxe, considere realizar a atividade complementar a seguir com os estudantes.

Atividade complementar

Proponha uma pesquisa e a produção de cartazes para serem afixados nas áreas comuns da escola, sobre os hábitos alimentares e de vida que provocam o aumento das LDL. Caso deseje aprofundar mais sobre o tema colesterol, segue sugestão: <www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2018/01/23/inter_na_ciencia_saude,654960/mau-colesterol-oferece-ricos-a-saude-mesmo-a-um-adulto-saudavel.shtml> [acesso em: 24 out. 2018].

Se considerar pertinente, compartilhe com os estudantes as informações do texto complementar a seguir.

Texto complementar

O “colesterol bom” realmente merece esse adjetivo?

A taxa de mortalidade das pessoas com níveis extremamente elevados do chamado “colesterol bom” é 65% maior do que a das pessoas com níveis normais, de acordo com um novo estudo dinamarquês. Isso significa que o colesterol bom passou de herói a vilão? Podemos continuar considerando que o colesterol bom é bom?

[...]

O colesterol não pode viajar no sangue sozinho, porque não se dissolve no plasma sanguíneo aquoso.



UM POUCO MAIS

Densidade, colesterol e doenças do coração

Muitas vezes as substâncias são separadas e identificadas por sua densidade. Isso se aplica às lipoproteínas, substâncias presentes no organismo humano, responsáveis pelo transporte do colesterol no sangue. Existem dois tipos de lipoproteínas, as LDL e as HDL.

Lipoproteínas de baixa densidade ou LDL (sigla em inglês para *Low-Density Lipoproteins*)

As LDL são conhecidas como **colesterol ruim** e não são transportadas até o fígado, onde seriam metabolizadas. Essas substâncias permanecem nas artérias, tendendo a formar depósitos em suas paredes, tornando-as mais estreitas e dificultando a passagem do sangue. Esses depósitos podem evoluir para uma obstrução total da artéria e causar sérios problemas.

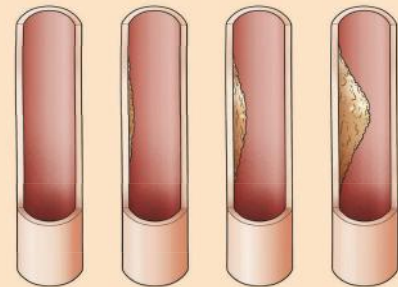
A diminuição do fluxo sanguíneo pode provocar:

- **Acidente Vascular Cerebral (AVC):** popularmente conhecido por **derrame**, consiste na falta de irrigação sanguínea no cérebro, o que pode ocasionar lesão total ou parcial de determinadas regiões cerebrais. O quadro clínico de um AVC pode variar desde pequenas alterações de consciência até paralisia total dos membros de um lado do corpo.
- **Infarto do miocárdio:** popularmente conhecido por **ataque cardíaco**, é causado pela falta de irrigação de parte do músculo cardíaco, o que pode levar à lesão total ou parcial de uma região do coração. Os sintomas de infarto mais divulgados nos manuais médicos são: dor aguda no peito, dormência no braço esquerdo, falta de ar, náusea e sudorese.

Lipoproteínas de alta densidade ou HDL (sigla em inglês para *High-Density Lipoproteins*)

As HDL são conhecidas como **colesterol bom** porque transportam o colesterol para o fígado, onde é metabolizado e excretado, reduzindo assim sua quantidade no sangue.

As densidades dos dois tipos de lipoproteína são: LDL = 1,04 g/cm³ e HDL = 1,13 g/cm³.



Esquema da evolução da aterosclerose em uma artéria saudável: a parede arterial sofre modificações pelo acúmulo de gordura, que podem levar à redução do diâmetro interno e até à parada total do fluxo sanguíneo no local. (Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

Alamy/Fotorena



116

- Constituição da matéria.
- Um modelo para o estudo de átomos e de partículas.
- Características dos três estados físicos da matéria.
- As mudanças de estado físico.
- Gráfico de mudança de estado físico de uma substância pura.
- A influência da temperatura e da pressão nas mudanças de estado.
- Densidade.

Para isso, combina-se com proteínas com as quais forma lipoproteínas. Existem dois tipos: lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL). No geral as LDL são conhecidas como “colesterol ruim” porque transportam o colesterol do fígado para outras células do corpo. As HDL são conhecidas como “colesterol bom” porque fazem o oposto, transportando o colesterol de volta ao fígado, que é responsável por decompô-lo.

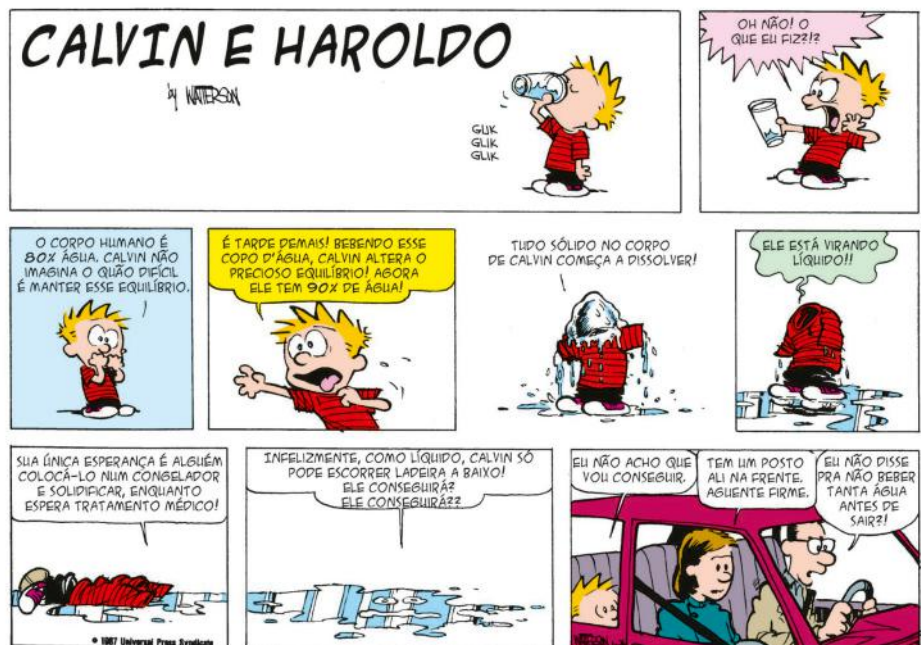
As mudanças nos níveis de colesterol no sangue podem provocar um acúmulo de gordura nas paredes das artérias, au-

mentando o risco de acidente vascular cerebral ou infarto do miocárdio. Sabe-se que este risco é especialmente elevado se uma pessoa tem uma relação LDL/HDL elevada. No entanto, há novas evidências que indicam que pode não ser sempre assim.

O novo estudo dinamarquês reuniu mais de 116.000 homens e mulheres [...]. Foram tiradas amostras de sangue dos participantes no começo do estudo para medir os níveis de colesterol. Foi feito um acompanhamento por vários anos, até 23 em alguns casos.

PENSE E RESOLVA

1 Leia a história em quadrinhos.



Fonte: WATTERSON, Bill. Tem alguma coisa babando embaixo da cama. As Aventuras de Calvin e Haroldo. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2010. p. 91.

A partir do 5º quadrinho, Calvin começa a se tornar líquido por um processo físico. Escolha uma das alternativas abaixo que explique esse processo e justifique sua resposta no caderno.

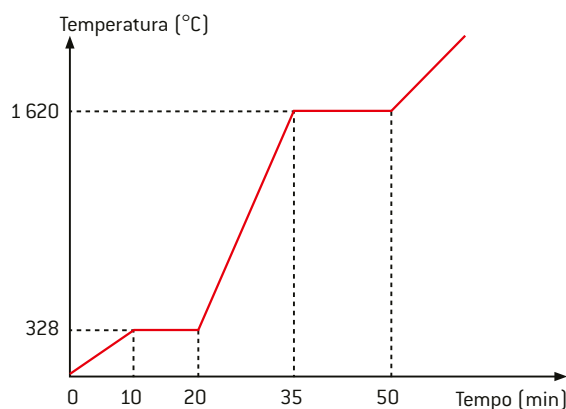
- a) condensação. c) sublimação. e) solidificação.
b) fusão. d) evaporação.

Alternativa b.

2 Observe os gráficos a seguir, que mostram as mudanças de estado físico da substância pura chumbo. Respostas nas Orientações Didáticas.

I. Chumbo submetido a aquecimento
No caderno, indique:

- a) a temperatura de fusão (TF).
b) a temperatura de ebulição (TE).
c) o estado físico aos 5 min.
d) o estado físico aos 15 min.
e) o estado físico aos 30 min.
f) o estado físico aos 40 min.
g) o estado físico aos 55 min.



Capítulo 8 • Os estados físicos da matéria e suas características 117

[...] Quando os pesquisadores analisaram os dados, descobriram algo muito interessante. A relação entre os níveis de HDL e a mortalidade tinha forma de U. Isso significa que aumentava o risco de morte em pessoas com níveis muito baixos ou muito altos. E também que as pessoas com níveis mais altos de HDL tinham mais probabilidade de morrer do que aquelas com níveis normais de HDL, e aproximadamente a mesma probabilidade do que aquelas com níveis baixos de HDL.

[...]

BROWN, James. O "colesterol bom" realmente merece esse adjetivo? *El País*, 14 set. 2017. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/09/11/ciencia/1505118254_166426.html> (acesso em: 24 out. 2018).

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

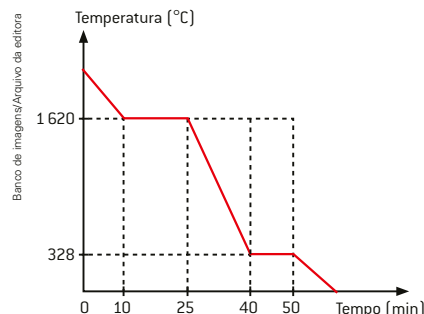
2. II. a) 1 620 °C.
b) 328 °C.
3. A – benzeno; B – água;
C – clorofórmio.

No sistema formado, a substância de menor densidade, o benzeno, flutua, e a de maior densidade, o clorofórmio, afunda. Entre essas substâncias, então, fica a água.

Síntese

1. Veja a reprodução do livro do estudante.

II. Chumbo submetido a resfriamento



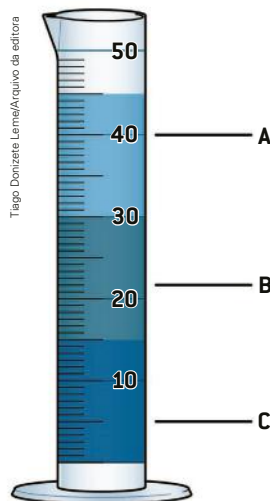
No caderno, indique: *Resposta nas Orientações Didáticas.*

- a) a temperatura de liquefação.
b) a temperatura de solidificação.

- 3 Observe o quadro abaixo.

Substância	Densidade (g/cm ³)
Água	1,0
Benzeno	0,9
Clorofórmio	1,48

Essas três substâncias foram colocadas em uma proveta, originando um sistema com o aspecto apresentado a seguir.



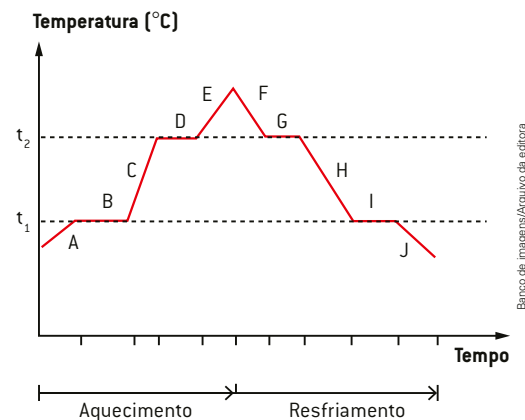
Relacione as substâncias A, B e C com aquelas mencionadas na tabela. Justifique sua resposta no caderno. *Resposta nas Orientações Didáticas.*

SÍNTESE

- 1 Certa quantidade de uma substância foi aquecida em um recipiente apropriado, sendo depois resfriada.

O gráfico a seguir indica a variação da temperatura com o tempo e as mudanças de estado observadas durante o experimento.

Observe o gráfico e responda aos itens de I a IV.



- I. Indique em que trechos a substância é encontrada somente no estado:

- a) sólido. A-J.
b) líquido. C-H.
c) gasoso. E-F.
d) sólido e líquido. B-I.
e) líquido e gasoso. D-G.

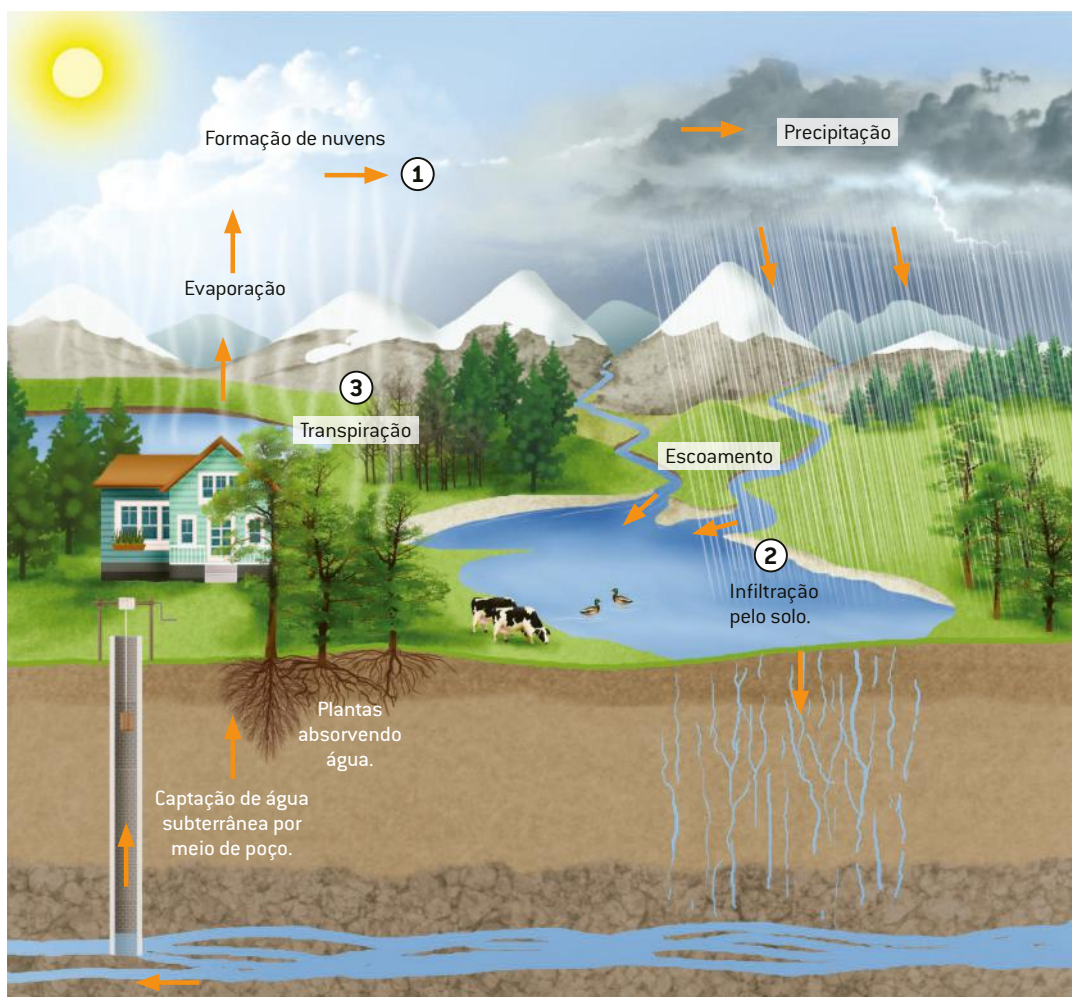
- II. Considere os valores t_1 e t_2 de temperatura e indique:

- a) temperatura de fusão. t_1
b) temperatura de ebulição. t_2
c) temperatura de condensação. t_2
d) temperatura de solidificação. t_1

- III. A passagem de A até E envolve absorção ou liberação de calor? *Absorção.*

- IV. A passagem de F até J envolve absorção ou liberação de calor? *Liberação.*

2 Acompanhe a explicação sobre o ciclo da água.



[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

A evaporação da água forma massas de ar úmido que, quando resfriadas, formam as nuvens (1). A água, então, volta à superfície da terra, alimentando as fontes subterrâneas de água (lençóis freáticos), rios, lagos, etc. (2), antes de evaporar novamente (3), fechando o ciclo.

A água, quando cai sob a forma de chuva, dissolve os gases presentes no ar: oxigênio, nitrogênio e também o dióxido de carbono. Este, ao se dissolver na água, forma um ácido: o carbônico. Assim, toda chuva é ligeiramente ácida.

Com base no texto e em seus conhecimentos prévios, responda:

- Em qual faixa de temperatura provavelmente se encontra a água da chuva? *Entre 0 °C e 100 °C.*
- Em que estado físico se encontra a água perdida na transpiração das plantas pelas folhas? *Vapor.*
- Explique o aparecimento da água líquida na parte externa (superfície) de um copo que contém água gelada. *Condensação do vapor de água ao encontrar uma superfície fria.*

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Síntese

2. Veja a reprodução do livro do estudante.

**Respostas e comentários
das questões**

Síntese

3. Veja a reprodução do livro do estudante.

Desafios

1. $m = 28,5 \text{ g}$

$$V = 103 \text{ mL} - 100 \text{ mL}$$

$$V = 3 \text{ mL} = 3 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{28,5 \text{ g}}{3 \text{ cm}^3}$$

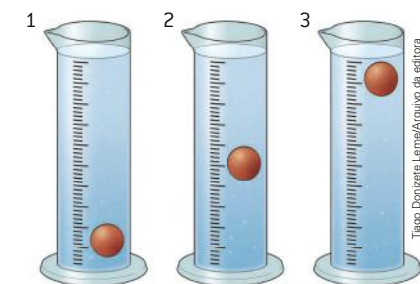
$$d = 9,5 \text{ g/cm}^3$$

A pepita não é de ouro, pois tem uma densidade diferente da densidade do ouro (19 g/cm^3).

2. A – água; B – álcool.

O álcool é mais volátil (evapora mais rápido) que a água, pois apresenta menor temperatura de ebulição em uma mesma pressão.

3 Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

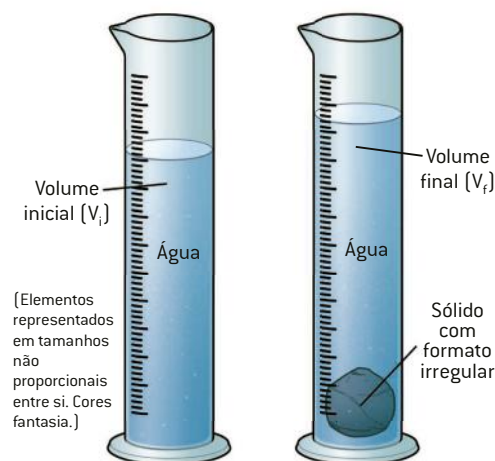
- os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
- os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
- os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
- os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.
- os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 1,2 e 0,8.

DESAFIOS

1 Se um sólido apresentar forma geométrica bem definida, pode-se determinar seu volume medindo e multiplicando suas dimensões. Porém, para determinar o volume de um sólido com formato irregular, conhecendo somente a sua massa, sem conhecer a sua densidade, pode-se proceder da seguinte forma:

- Coloque água em um recipiente graduado, como uma proveta, até um volume determinado.
- Mergulhe o sólido de formato irregular no recipiente que contém água e verifique o novo volume.
- A diferença entre o volume final e o volume inicial é o volume desse sólido. Com esse procedimento, podemos determi-

nar a densidade do sólido utilizando a expressão $d = m/v$.



Observe que esse procedimento é apropriado para sólidos mais densos do que o líquido.

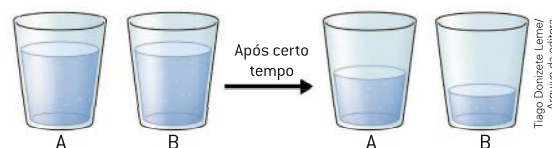
Com base nessas informações, resolva a seguinte questão:

Um garimpeiro encontrou uma pepita de formato irregular de um material que parecia ouro. Para verificar se era ouro mesmo, executou os seguintes procedimentos:

- determinou a massa da pepita, que era de 28,5 gramas;
- colocou-a em um cilindro graduado contendo inicialmente 100 mL de água (V_i) e verificou que o volume final (V_f) era de 103 mL;
- consultou uma tabela e verificou que a densidade do ouro é 19 g/cm^3 .

Qual foi a conclusão do garimpeiro? Justifique. *Resposta nas Orientações Didáticas.*

2 Observe o esquema.

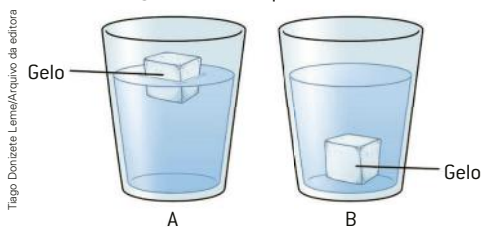


Associe os copos A e B com o álcool e a água. Justifique sua resposta.

Resposta nas Orientações Didáticas.

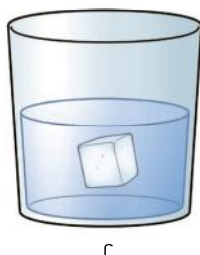
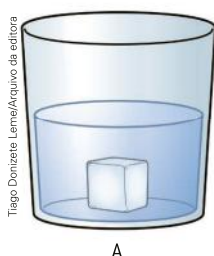
Respostas nas Orientações Didáticas.

- 3 Sabendo que o gelo apresenta uma densidade de $0,92 \text{ g/mL}$, observe a ilustração e responda: O líquido contido no copo **B** é álcool ou água? Justifique.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

- 4 Em cada um dos sistemas representados a seguir, a fase sólida é um bloco de gelo e a fase líquida pode ser água, álcool ou uma mistura de álcool e água.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Dados (densidades em g/mL): água = $1,0$; álcool = $0,8$; gelo = $0,92$.

Com relação a esses sistemas, copie no caderno apenas as afirmativas corretas.

- I. A fusão parcial do gelo em **A** pode levar à situação representada em **C**.
- II. A fusão parcial do gelo em **B** pode levar à situação representada em **C**.
- III. A adição de água ao sistema **B** pode levar à situação representada em **C**.
- IV. A adição de álcool ao sistema **B** pode levar à situação representada em **C**.

Observação: quando dizemos “pode levar à situação representada em **C**”, não estamos considerando as quantidades dos componentes representadas no sistema **C**, mas a situação nele representada.

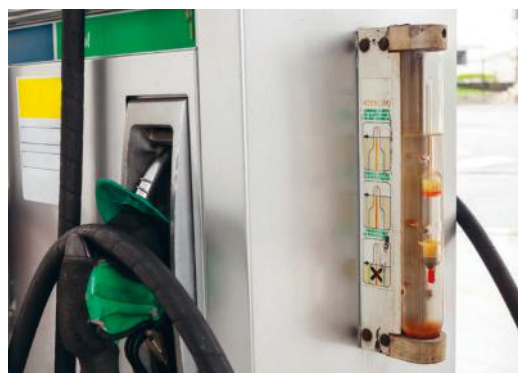
PRÁTICA

Construção de um densímetro

Objetivo

Usar materiais comuns do dia a dia para construir um densímetro e utilizá-lo para comparar densidades de diferentes líquidos. Quando o densímetro é colocado em um líquido, ele indica a densidade do líquido pela graduação existente na haste superior do aparelho.

Ele pode ser usado, por exemplo, em postos de combustíveis para determinar a densidade dos combustíveis (etanol ou gasolina), indicando se estão de acordo com os padrões estabelecidos por lei.



Exemplo de densímetro utilizado em postos de combustíveis. São Paulo (SP), 2018.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Desafios

3. Álcool, pois se o gelo afunda no líquido é porque sua densidade é maior que a do líquido.
4. Estão corretas as afirmativas I e IV.

Em **A**, temos álcool puro ou uma mistura de álcool e água cuja densidade é menor que a do gelo (e contém então mais álcool do que água).

Em **B**, temos água pura ou uma mistura de álcool e água cuja densidade é maior que a do gelo (e contém então mais água do que álcool).

Em **C**, temos, obrigatoriamente, uma mistura de água e álcool com a mesma densidade que a do gelo. A fusão do gelo ou adição de água aumenta a densidade do líquido; a adição de álcool diminui a densidade do líquido.

**Respostas e comentários
das questões**

Prática

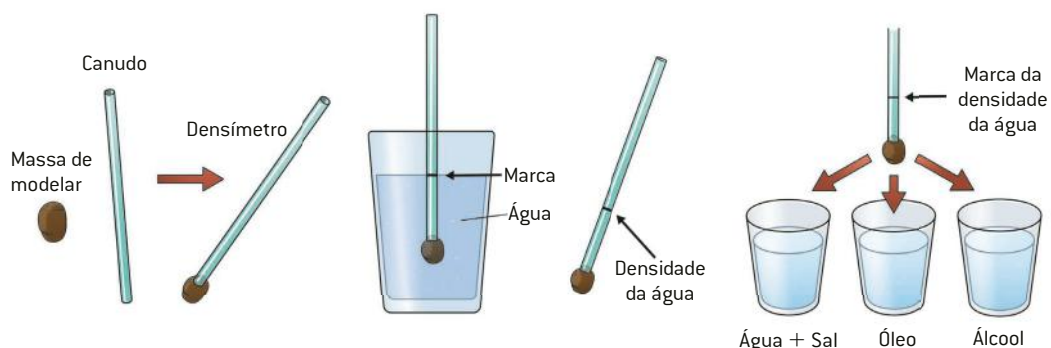
1. Óleo < álcool < água < < água + sal
2. Sim. A densidade é um tipo de propriedade que independe da quantidade.

Material

- Massa de modelar
- Meio canudo de plástico
- 4 copos
- 1 copo com água
- 1 copo com água e duas colheres de sal
- Óleo de cozinha
- Álcool comum
- Canetas hidrocor

Procedimentos

1. Para construir um densímetro, faça, com a massa de modelar, uma bolinha de aproximadamente 1 cm de diâmetro e fixe-a em uma das extremidades do canudo.
2. Coloque o densímetro em um copo com água e marque, com cuidado, o nível que a água atinge no canudo. Essa será a marca da densidade da água.
3. A seguir, coloque o densímetro em copos contendo, respectivamente, água e sal, óleo e álcool comum, como representado na ilustração a seguir.
4. Para cada líquido, faça uma marca no densímetro, utilizando canetas de cores diferentes. No caderno, reproduza o quadro abaixo e complete-o à medida que forem realizados os testes. Quanto menor for a densidade do líquido, mais submerso ficará o densímetro.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

	Água	Água + Sal dissolvido	Óleo de cozinha	Álcool comum
Cor da caneta				
Densidade maior, menor ou igual à da água?				

Discussão final Respostas nas Orientações Didáticas.

- 1 Qual é a ordem crescente de densidade dos três líquidos? Qual é menos denso do que a água?
- 2 Se repetirmos os mesmos procedimentos utilizando volumes diferentes dos mesmos líquidos, na mesma temperatura, as densidades também serão diferentes? Por quê?



Descobrimos a estrutura atômica



YAKOBCHUK VIACHESLAV/Shutterstock

Os seres humanos são naturalmente curiosos. Uma das perguntas mais frequentes é: “De que somos formados?”. Ao longo de toda a história da humanidade tentamos buscar resposta a essa pergunta.

A invenção do microscópio nos permitiu descobrir e observar as células, que são as menores estruturas funcionais dos seres vivos. Os avanços da Química, da Física e da Biologia nos permitiram descobrir partículas muito pequenas, como os átomos. Contudo, mesmo com todas as tecnologias desenvolvidas e os conhecimentos já descritos e divulgados, provavelmente ainda assim não conseguimos responder, afinal, do que é constituída toda a matéria do Universo.

Neste capítulo vamos saber um pouco mais sobre a matéria e de que se constitui tudo o que existe e conhecemos.

O ser humano, há muito tempo, tem feito investigações para saber mais sobre a matéria e usar esse conhecimento em seu benefício.



Habilidade da BNCC

(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford.
- Caracterizar os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford.
- Diferenciar os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford.
- Reconhecer as características das partículas subatômicas de acordo com o modelo de Rutherford.
- Compreender o conceito de elemento químico.
- Diferenciar número atômico de número de massa.
- Compreender o processo de formação de íons.
- Caracterizar isótopos e isóbaros e diferenciá-los.

Objeto de conhecimento

- Estrutura da matéria.

Problematização/Conhecimentos prévios

A parte inicial deste capítulo busca levar os estudantes a compreender o que é um modelo e mostrar como e por que eles são desenvolvidos. É importante que eles tenham em mente que os modelos não são definitivos e podem ser modificados ou não em razão de novos experimentos e descobertas. Esses modelos ajudam a entender os fenômenos e podem, inclusive, auxiliar na compreensão de novas observações. Relembre que, em geral, os trabalhos dos cientistas se relacionam entre si. Depois de relem-

brar o que é um modelo, deve-se explicar que a natureza elétrica da matéria é conhecida desde o século V a.C., aproximadamente, a partir dos estudos de Tales de Mileto, na Grécia.

Para averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema que será estudado, sugerimos propor algumas perguntas, que devem ser retomadas ao longo do capítulo, como: “De que são formados os átomos?”; “Será que essa sempre foi a teoria mais aceita ou houve outras?”; “O que é radioatividade?”; “O que são íons?”.

■ Neste capítulo

Este capítulo retoma o desenvolvimento histórico dos modelos atômicos. No capítulo anterior foi estudado o modelo de Dalton, que resgata a ideia de composição da matéria proposta pelos filósofos gregos.

Enfatize que, refutando a hipótese de que o átomo era a menor partícula da matéria, o inglês J. J. Thomson, baseado em experimentos com gases submetidos a descargas elétricas, identificou uma partícula de carga negativa que fazia parte dos átomos. Essa partícula foi chamada de elétron.

Então comente que, após a descoberta da radioatividade, o cientista Ernest Rutherford realizou alguns experimentos e propôs um novo modelo em que a matéria deixava de ser maciça. Também realizando experimentos com material radioativo, James Chadwick descobriu a existência de outra partícula subatômica: o nêutron.

Por fim, mencione que, após o conhecimento das partículas existentes no átomo, o inglês Henry Moseley percebeu que o que caracterizava cada elemento químico era a quantidade de cargas positivas existentes no seu núcleo. Caso considere pertinente, antecipe que os átomos podem perder ou ganhar elétrons, formando novos sistemas eletricamente carregados, denominados íons. Mencione também que alguns átomos podem ter mesmo número de prótons, porém com diferentes números de massa. Esses átomos foram denominados isótopos. Átomos que possuem o mesmo número de massa são chamados de isóbaros.

► Características elétricas da matéria

Como já vimos, as primeiras ideias para explicar a constituição da matéria foram dadas por volta de 400 a.C. pelos filósofos gregos. Para eles toda matéria seria constituída por minúsculas unidades chamadas átomos.

Posteriormente, em 1808, Dalton retomou as ideias desses filósofos, elaborou uma teoria para explicar a constituição da matéria e criou o primeiro modelo atômico.

A partir disso, tentando entender como a matéria era constituída, em 1833 o químico e físico inglês Michael Faraday (1791-1867) realizou uma série de experimentos com os quais provocava a decomposição de substâncias por meio da passagem de corrente elétrica. Esse procedimento foi denominado **eletrólise**.

Nesse experimento, Faraday observou que a massa das substâncias que sofriam decomposição, usando-se esse método, era proporcional à quantidade de eletricidade utilizada.

► O modelo de Thomson

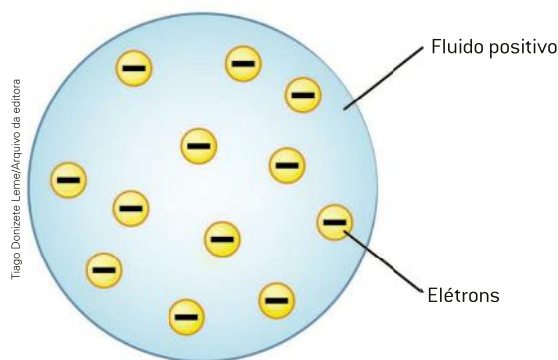
No final do século XIX, os cientistas estavam convencidos de que toda matéria é formada por partículas muito pequenas, maciças e indivisíveis: os átomos. Em 1897, porém, o físico inglês J. J. Thomson (1856-1940) realizou uma série de experimentos e descobriu que os átomos são formados por partículas menores, e que eles são divisíveis.

Thomson conseguiu identificar uma partícula de carga negativa que fazia parte dos átomos. Essa partícula foi denominada **elétron**.

Ele propôs um novo modelo científico. Como considerava que os átomos eram eletricamente neutros, a existência de partículas negativas – os elétrons – indicava a presença de cargas positivas, de tal maneira que o total de cargas negativas no átomo deveria ser igual ao total de cargas positivas.

O modelo atômico de Thomson propunha que o átomo fosse maciço, esférico, descontínuo (estrutura não uniforme, não homogênea) e formado por um fluido com carga positiva no qual estavam dispersos os elétrons. O próprio Thomson associou o seu modelo a um “pudim de passas” em 1897.

Em 1904, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), ao realizar um experimento com gás hidrogênio, detectou a presença de pequenas partículas com carga elétrica positiva, as quais ele denominou **prótons (p)**.



Esquema do modelo atômico — o “pudim de passas” — proposto por J. J. Thomson. A esfera maior teria carga positiva. Nela, estariam dispersos os elétrons (carga negativa).

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

A massa de um próton é aproximadamente 1836 vezes maior que a de um elétron.

► Radioatividade

Em 1895, o cientista alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), trabalhando com descargas elétricas em gases, descobriu acidentalmente que do tubo de raios catódicos eram emitidos raios (radiações) que conseguiam sensibilizar películas fotográficas. Essas radiações, um tipo de onda eletromagnética de origem desconhecida, foram denominadas **raios X** e geraram um grande interesse na comunidade científica.

Isso possibilitou que, em 1896, o físico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908) descobrisse a **radioatividade** e o primeiro elemento capaz de emitir radiação espontaneamente: o urânio. Logo a seguir, o casal francês Pierre Curie (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934) descobriria dois outros elementos radioativos: o polônio e o rádio.

Com a descoberta da radioatividade, alguns cientistas constataram que elementos químicos, como o urânio, emitem espontaneamente partículas e radiações. Uma dessas partículas, denominada partícula alfa (primeira letra do alfabeto grego = α), foi utilizada por Rutherford na realização de um experimento com a finalidade de estudar a estrutura dos átomos.

A primeira radiografia da história mostra a mão de Bertha, esposa de Röntgen, usando o anel de casamento.

Radioatividade: fenômeno que consiste na emissão de partículas e radiações devido à instabilidade do núcleo de alguns elementos.



Bettmann Archive/Getty Images

EM PRATOS LIMPOS

Marie Curie, a polonesa mais brilhante da história

Ganhar um Prêmio Nobel é tido como um dos mais seguros termômetros de brilhantismo. Pois Marie Curie ganhou dois. Em campos diferentes. Na história da ciência, apenas mais uma pessoa atingiu glória similar – Linus Pauling. Mas um dos que ele conquistou era o da Paz e nada tinha a ver com seu trabalho como pesquisador. Já os dela eram ambos científicos: Física e Química. E se hoje há quem denuncie que existe preconceito contra mulheres nos meios acadêmicos, calcule-se como era no fim do século XIX.

[...]

Pelo trabalho com a radioatividade, o trio (Becquerel, Marie e Pierre Curie) recebeu o Prêmio Nobel em Física em 1903. Marie se tornava a primeira mulher a ganhar a honraria.

Ao prosseguir na pesquisa com os minérios de urânio, Marie percebeu (desta vez sem a participação de Becquerel ou de seu marido) que, se seus cálculos estivessem corretos, deveria haver outro elemento ali com capacidade radioativa ainda maior. Essa foi a trilha que levou à descoberta dos elementos polônio (batizado em homenagem à sua terra natal) e rádio, ambos descobertos em 1898. Os dois achados seriam a razão que levou a Academia Real de Ciências da Suécia a conceder a ela um segundo Nobel, em Química, em 1911.

[...]

Fonte: NOGUEIRA, Salvador. Marie Curie, a polonesa mais brilhante da história, 2/3/2018. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/marie-curie-a-polonesa-mais-brilhante-do-mundo/>> (acesso em: 3 ago. 2018).



Ela descobriu o polônio e o rádio, foi a primeira mulher a fazer doutorado na França, ganhou dois prêmios Nobel e virou a cientista mais conhecida da Terra.

Christophe Fine Art/UG/Getty Images

Orientações didáticas

Proponha uma atividade de pesquisa sobre a descoberta da radioatividade e suas aplicações. Esse tipo de atividade permite que os estudantes conheçam melhor o trabalho de alguns cientistas e reconheçam as etapas de elaboração de um trabalho científico. Promova um debate sobre as aplicações da radioatividade e os riscos e os benefícios da energia nuclear. Caso julgue relevante, é interessante ampliar a conversa, comentando com a turma os motivos pelos quais alguns países estão abandonando essa fonte de geração de energia.

Por fim, considere comparar com os estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre a radioatividade.

Texto complementar

Vilã ou mocinha? Entenda a radioatividade

[...] Radiações nucleares podem ter diversas propriedades, como deixar marcas em placas fotográficas, ionizar gases, produzir fluorescência, serem absorvidas ou atravessar a matéria. As reações nucleares produzem energia – muita energia!

Com isso, vários usos foram se estabelecendo, para o bem e para o mal. Diagnóstico e tratamento de doenças, melhoria nas técnicas de cultivo de alimentos, pesquisas científicas e geológicas foram possibilitadas pelo uso da radioatividade. Mas também foram criadas bombas nucleares que destruíram cidades inteiras e até hoje são motivo de tensão entre países. Além disso, a utilização e descarte inadequado de material radioativo e acidentes em usinas nucleares já fizeram muitas vítimas.

CAVALIERE, I. Vilã ou mocinha? Entenda a radioatividade. *In vivo* – Fiocruz. Disponível em: <www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1164&sid=9> (acesso em: 25 out. 2018).

Orientações didáticas

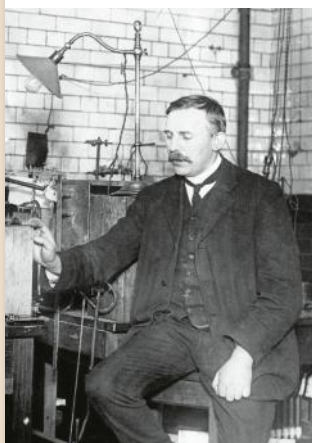
Com base no experimento de Rutherford, pode-se iniciar um debate com a turma sobre as características de um modelo científico. É importante que os estudantes compreendam que um modelo é uma representação simplificada de um sistema ou fenômeno complexo, ou seja, o objetivo de um modelo científico não é reproduzir a realidade, mas simular essa realidade em condições controladas que possibilitam o desenvolvimento de explicações e previsões para fenômenos e sistemas. Solicite aos estudantes que pesquisem exemplos da utilização de modelos em outras áreas da ciência.

Então, após explorar a descrição do experimento de Rutherford, destaque que, para explicar o desvio de algumas partículas, o cientista neozelandês admitiu que esses núcleos teriam carga positiva. Como as partículas alfa são positivas e as cargas do núcleo do átomo de ouro também, elas se repelem e as partículas alfa têm sua trajetória desviada.

Indicação de site

[acesso em: 25 out. 2018]

No Banco Internacional de Objetos Educacionais do Ministério da Educação há a indicação de um simulador do experimento de Rutherford, no qual os átomos são bombardeados por partículas alfa. Para conhecer o conteúdo, acesse: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3080>>.



O químico e físico Ernest Rutherford [1871-1937].

Luminescência:

é a emissão de luz por uma substância quando submetida a algum tipo de estímulo como radiação.

O experimento de Rutherford

Embora Rutherford tenha sido um dos mais brilhantes cientistas do século XX e tenha feito inúmeras descobertas, ele é mais conhecido pelo experimento no qual tentou verificar se os átomos eram realmente maciços, utilizando, para isso, um fluxo de partículas α (alfa), que apresentam carga positiva.

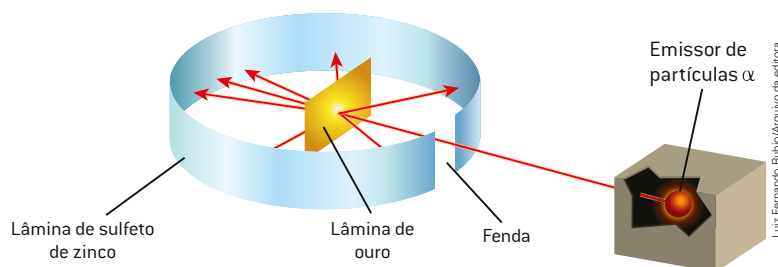
As partículas α são radioativas e emitidas por alguns elementos químicos radioativos, como o polônio. São extremamente pequenas, não são visíveis e são emitidas com grande velocidade.

Tais partículas podiam ser detectadas no experimento de Rutherford, pois provocavam o aparecimento de uma **luminescência** quando atingiam uma superfície revestida de sulfeto de zinco.

O experimento de Rutherford consistiu em bombardear uma finíssima lâmina de ouro [0,001 cm] com partículas α emitidas pelo polônio.

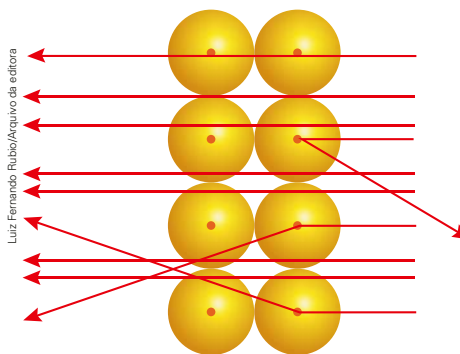
Durante a realização do experimento, ele e seus colaboradores observaram que:

- grande parte das partículas α atravessava a lâmina de ouro sem sofrer desvios e sem provocar alterações na lâmina;
- uma quantidade pequena de partículas não atravessava a lâmina e voltava;
- algumas partículas α sofriam desvios ao atravessar a lâmina.



Esquema do experimento de Rutherford. Observa-se que a maior parte das partículas α atravessa a lâmina com pequena ou nenhuma alteração na trajetória, poucas sofrem desvios, e muito poucas retornam. As setas vermelhas representam as trajetórias, que não são visíveis, das partículas α emitidas pelo material radioativo [polônio] contido dentro de um bloco de chumbo com um orifício por onde saem as partículas.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]



A ilustração representa, de forma muito ampliada, o que acontece com as partículas α ao atravessar a lâmina de ouro: elas cruzam direto, sofrem desvios ou retornam.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Em função desses fatos observados, Rutherford concluiu inicialmente que:

- I. Como a maior parte das partículas α atravessa a lâmina de ouro sem sofrer desvio, grande parte do átomo deve ser vazia. Nessa região, denominada **eletrosfera**, estão localizados os elétrons.
- II. Como um pequeno número de partículas α não atravessa a lâmina, isso indica que no átomo deve existir uma pequena região maciça denominada **núcleo**, onde está concentrada a **massa** do átomo.
- III. Como um pequeno número de partículas α sofre desvios significativos em sua trajetória, ao atravessar a lâmina de ouro, o **núcleo do átomo deve ser pequeno e positivo**. Assim, as partículas α , positivas e de grande massa, com trajetórias próximas aos núcleos dos átomos de ouro sofrem desvios, pois cargas elétricas com mesmo sinal se repelem.
- IV. Comparando o número de partículas α que atravessam a lâmina com o número de partículas que voltam, o diâmetro do núcleo deve ser de 10 000 a 100 000 vezes menor do que o diâmetro do átomo.

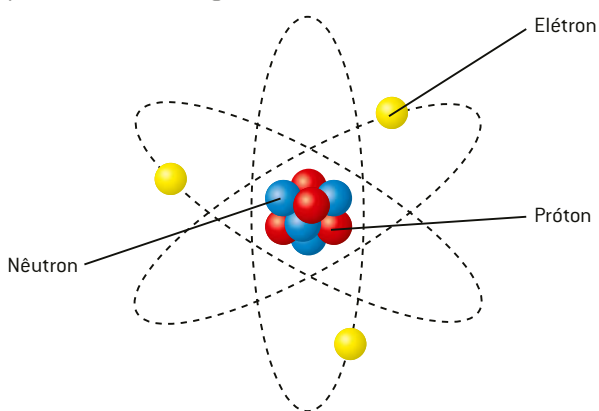
As conclusões iniciais de Rutherford permitiram a criação de um modelo atômico semelhante à disposição dos planetas no Sistema Solar. Assim, o átomo deve ser constituído de duas regiões distintas:

- uma região central que contém praticamente toda a massa do átomo e apresenta partículas com carga positiva, denominada núcleo;
- uma região praticamente sem massa envolvendo o núcleo, e que apresenta carga negativa, denominada eletrosfera.

Na sequência dos estudos sobre a estrutura do átomo, percebeu-se que no núcleo dos átomos poderia existir mais do que um único próton. Entretanto, esse fato comprometeria a estabilidade do núcleo, pois entre os prótons (partículas de carga positiva) existiriam forças de repulsão que provocariam a fragmentação do núcleo.

Como isso não ocorria, Rutherford passou a admitir a existência, no núcleo, de partículas com massa semelhante à dos prótons, mas sem carga elétrica. Essas partículas serviriam para diminuir a repulsão entre os prótons, aumentando a estabilidade do núcleo.

Também realizando experimentos com material radioativo, em 1932, o físico britânico James Chadwick (1891-1974) descobriu a existência no núcleo de partículas sem carga elétrica: os nêutrons.



Adilson Sacco/Arquivo da editora

No núcleo, uma região maciça extremamente pequena, encontramos os prótons e os nêutrons. A região que envolve o núcleo é denominada eletrosfera (representada pelas trajetórias tracejadas) e nela são encontrados os elétrons. O raio da eletrosfera é cerca de 10 000 a 100 000 vezes maior do que o raio do núcleo. Nessa representação usamos esferas amarelas como modelo de elétrons, esferas vermelhas como modelo de prótons e esferas azuis como modelo para nêutrons.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Capítulo 9 • Descobrindo a estrutura atômica 127

Orientações didáticas

Incentive a participação dos estudantes para recapitular as etapas do experimento de Rutherford que levaram às seguintes conclusões: o átomo apresenta uma região central reduzida e que possui carga positiva. Questione-os sobre como essas conclusões foram possíveis e, se julgar necessário, apresente o simulador indicado na página anterior.

Mencione a descoberta do nêutron e sua importância. Se possível, destaque a existência de estrelas de nêutrons, que se formam a partir de grandes estrelas cujos núcleos são colapsados. As estrelas de nêutrons são as menores e mais densas estrelas conhecidas, formadas quase inteiramente por nêutrons. Embora seu tamanho seja reduzido quando comparado ao de outras estrelas, sua massa pode ser algumas vezes maior do que a massa do Sol.

Indicação de site

[acesso em 6 nov. 2018]

Se achar interessante, apresente aos estudantes a entrevista dada pelo professor João Steiner à Rádio USP sobre estrelas de nêutrons:

CAIRES, Luiza. Estrelas de nêutrons: 3 bilhões de toneladas numa caixa de fósforo. *Jornal da USP*, 6 jul. 2018. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/estrelas-de-neutrons-3-bilhoes-de-toneladas-numa-caixa-de-fosforo/>>.



Orientações didáticas

Para facilitar a compreensão da estrutura do átomo pelos estudantes, recomenda-se o uso de pequenas esferas de massa de modelar, argila ou isopor (se possível, dê preferência ao uso de isopor ecológico). Para representar, por exemplo, o núcleo do isótopo mais comum do carbono, utilizam-se 12 esferas, seis de uma cor (prótons) e seis de outra cor (nêutrons). Os estudantes devem perceber que o número de prótons varia de elemento para elemento e que os nêutrons, por estarem dispostos entre os prótons, diminuem a repulsão entre as cargas positivas do núcleo.

Utilize o modelo construído para o núcleo do isótopo mais comum do carbono para facilitar a compreensão dos conceitos de número atômico e número de massa. É fundamental que os estudantes compreendam que o número de prótons, ou seja, a quantidade de cargas positivas no núcleo, é o que diferencia os átomos. Apresente o número atômico de diferentes elementos e reforce que o comportamento desses elementos em diferentes situações está diretamente relacionado à composição de cargas positivas no núcleo. Destaque a importância do modelo desenvolvido por Rutherford para o estabelecimento desse tipo de conhecimento.

Número atômico (Z): número que indica a quantidade de prótons existentes no núcleo de um átomo.

O quadro a seguir mostra as características das partículas subatômicas estudadas.

Características das partículas subatômicas				
Partícula	Símbolo	Massa		Carga
		em gramas [g]	em unidade de massa relativa [μ]	relativa em unidade de carga elétrica [u.c.e.]
Nêutron	n	$1,67494 \cdot 10^{-24}$	> 1	0
Próton	p	$1,67263 \cdot 10^{-24}$	> 1	+ 1
Elétron	e	$9,10939 \cdot 10^{-28}$	$\cong 0$	- 1

Principais características do átomo e suas relações

Desde o modelo atômico proposto por Thomson, sabemos que o átomo é um sistema eletricamente neutro, ou seja, o total de cargas positivas é igual ao de cargas negativas.

Com a evolução desse modelo introduzido por Rutherford, podemos relacionar as cargas elétricas com as partículas constituintes do átomo: os prótons apresentam carga positiva; os elétrons, negativa; e os nêutrons, carga nula.

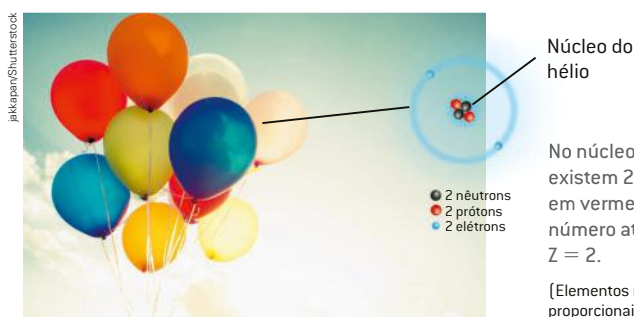
Assim, em um átomo, a quantidade de prótons é igual à quantidade de elétrons.

Número atômico (Z)

Em 1913, ao realizar experimentos de bombardeamento de vários elementos químicos com raios X, o químico inglês Henry Moseley (1887-1915) percebeu que o comportamento desses elementos estava relacionado com a quantidade de cargas positivas existentes no seu núcleo.

Assim, o número de prótons é a grandeza que diferencia cada elemento. Esse número é denominado **número atômico**. Podemos então definir que o número atômico (Z) é o valor que indica a quantidade de prótons existentes no núcleo de um átomo.

Observe o exemplo a seguir:



Número de massa (A)

Número de massa (A) é a soma do número de prótons (p) com o número de nêutrons (n) presentes no núcleo de um átomo. Sendo, então, $A = p + n$.

Como tanto o número de prótons (p) quanto o de nêutrons (n) são inteiros, o número de massa (A) sempre será um número inteiro.

A massa do elétron é irrelevante se comparada às massas do próton e do nêutron; dessa forma, o número de massa representa a massa do átomo.

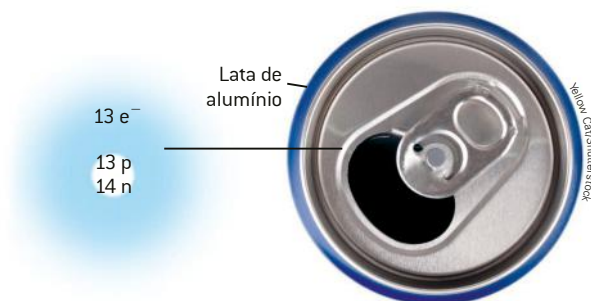
Veja o exemplo a seguir. No núcleo do átomo de alumínio (Al) existem 13 prótons e 14 nêutrons. Assim, temos:

$$A = p + n$$

Sendo

$$A = 13 \text{ prótons} + 14 \text{ nêutrons}$$

$$A = 27 \text{ u}$$



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Número de nêutrons (n)

Veja um exemplo de como podemos determinar o número de nêutrons de um átomo, conhecendo o número atômico e o número de massa.

Um átomo de ferro ($Z = 26$) apresenta número de massa igual a 56. Quantos nêutrons existem no seu núcleo?

Sabendo que:

$$A = p + n \quad Z = p$$

Então:

$$A = Z + n \quad A - Z = n$$

Substituindo os valores, temos:

$$56 - 26 = n, \text{ portanto: } n = 30$$

Esse átomo de ferro apresenta **30 nêutrons** em seu núcleo.

Elemento químico

Para Dalton, todos os átomos de um determinado **elemento químico** apresentam a mesma massa. Porém, de acordo com o modelo atômico clássico, para que isso fosse verdade, seria necessário que todos eles tivessem o mesmo número de prótons e de nêutrons.

Experimentos posteriores permitiram descobrir que os átomos de um mesmo elemento químico apresentam o mesmo número de prótons, mas podem ter diferente número de nêutrons e, portanto, ter diferentes números de massa.

Atualmente, admitimos que o que caracteriza cada elemento químico é o número de prótons (Z) existentes no seu núcleo. Até 2018, eram reconhecidos oficialmente pela IUPAC 118 elementos químicos, incluindo os naturais e os artificiais. Para cada um deles há apenas um número atômico que o identifica.

Elemento químico:

espécies que apresentam mesmo número atômico (Z).

Orientações didáticas

Diferencie número atômico de número de massa, destacando o papel dos nêutrons nessa definição. Diga que prótons e nêutrons apresentam massa semelhante e que os elétrons, cuja massa é muito pequena, não são considerados no cálculo do número de massa.

Para complementar a explicação, utilize o exemplo do carbono-14, um átomo de carbono que apresenta em seu núcleo dois nêutrons a mais que o carbono-12. Evite utilizar o termo isótopo, que só será trabalhado mais adiante no capítulo. Então, explique que essa diferença no número de massa do carbono-14 em relação aos demais átomos de carbono existentes implica características também distintas, as quais são exploradas em processos como a técnica de datação por carbono-14, utilizada para determinar a idade de fósseis.

Indicação de leitura

Se achar interessante, trabalhe com os estudantes a leitura do texto:

FARIAS, Robson Fernandes de. A química do tempo: Carbono-14. *Química Nova na Escola*, n. 16, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf> [acesso em: 25 out. 2018].

Orientações didáticas

Comente que, para representar cada elemento químico, utilizamos símbolos que são formados por uma ou duas letras, sendo a primeira sempre maiúscula. Escreva no quadro alguns exemplos, como C (carbono), O (oxigênio), Na (sódio). Esclareça que nem sempre a(s) letra(s) dos símbolos corresponde(m) ao nome do elemento químico em Língua Portuguesa; alguns têm nome de origem latina, como o sódio que é escrito como *natrium*.

Ao abordar a alotropia do oxigênio, lembre a importância da camada de ozônio para a manutenção da vida na Terra e enfatize a necessidade de ações que visam à sua preservação.

Se julgar pertinente, apresente as variedades alotrópicas do carbono e do enxofre.

Por fim, caso considere pertinente, compartilhe com os estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre os últimos quatro elementos inseridos na tabela periódica.

Texto complementar

Produtos artificialmente, quatro elementos químicos passam a integrar a tabela periódica

O ano de 2016 começou com os jornais noticiando a redecoreação das paredes dos laboratórios de química em todo o mundo. É que, de um momento a outro, ficaram desatualizados os pôsteres exibindo a famosa tabela periódica, a lista que organiza os elementos químicos conhecidos segundo suas características e propriedades. Em um comunicado à imprensa no dia 30 de dezembro de 2015, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac) e a União Internacional de Física Pura e Aplicada (Iupap) reconheceram oficialmente a existência de quatro elementos químicos descobertos nos últimos anos. São os elementos de número 113, 115, 117 e 118, ainda sem um nome oficial, que se somam aos 114 identificados anteriormente.

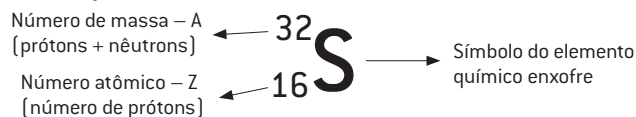


Esses elementos são organizados, atualmente, em função de seu número atômico, e ordenados na denominada **classificação periódica** ou **tabela periódica**, em que cada posição corresponde a um único elemento químico.

Uma gota do elemento químico mercúrio pode ser dividida em gotas cada vez menores, e cada uma delas conserva as propriedades do mercúrio. A menor partícula de um elemento que ainda conserva suas propriedades é o átomo. Um átomo isolado não pode ser visto nem com a utilização de ultramicroscópio.

Além de ser identificado pelo número atômico, cada elemento químico também apresenta um nome e um símbolo.

De acordo com a IUPAC, ao representar um elemento químico, devem-se indicar seu símbolo e os números atômico e de massa. Uma forma esquemática dessa representação é:



1 átomo de He contém:

Eletrosfera = $2 e^-$

Núcleo = $2 p + 2 n$

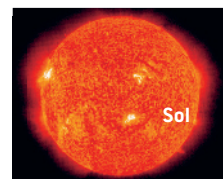
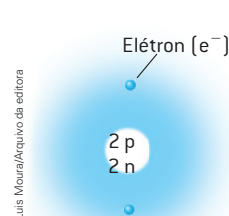
$p = 2, Z = 2$

$A = p + n = Z + n$

$A = 2 + 2$

$A = 4$

Representação: ^4_2He



O elemento químico hélio (He) é um dos principais componentes do Sol.

1 átomo de C contém:

Eletrosfera = $6 e^-$

Núcleo = $6 p + 6 n$

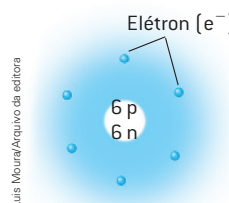
$p = 6, Z = 6$

$A = p + n = Z + n$

$A = 6 + 6$

$A = 12$

Representação: $^{12}_6\text{C}$



O elemento químico carbono (C) compõe o carvão.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Um aspecto particularmente interessante ocorre com alguns elementos químicos, entre eles o oxigênio (O), o carbono (C) e o enxofre (S): átomos de um mesmo elemento se combinam de maneiras diferentes, originando substâncias diferentes. Essa propriedade é denominada **alotropia**.

O elemento oxigênio (O), por exemplo, forma duas variedades alotrópicas: uma delas, mais abundante, é o oxigênio comum (O_2) e a outra, o ozônio (O_3).

O O_2 está presente na atmosfera terrestre como componente do ar, tendo importância fundamental para a vida. O O_3 é um gás azul-claro que apresenta odor intenso e característico. Está presente na camada de ozônio que envolve a Terra e, por seu poder bactericida, pode ser usado como alvejante e no tratamento da água, substituindo compostos clorados.

130

Os novos elementos químicos são chamados de superpesados porque abrigam em seu núcleo um número elevado de prótons (partículas de carga elétrica positiva), muito superior ao dos elementos químicos encontrados na natureza.

[...]

Os novos elementos são difíceis de observar e não devem existir espontaneamente na natureza – ao menos, não por muito tempo. Por terem núcleos superpesados, são tão instáveis e fugazes que se desfazem em frações de segundo. A existência

deles só pôde ser confirmada por meio de uma série de experimentos realizados ao longo da última década.

[...]

ZOLNERKEVIC, I. À procura dos números mágicos. *Revista Pesquisa Fapesp*, fev. 2016. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/02/19/a-procura-dos-numeros-magicos/?cat=ciencia>> (acesso em: 25 out. 2018).

Elementos químicos no Sistema Solar

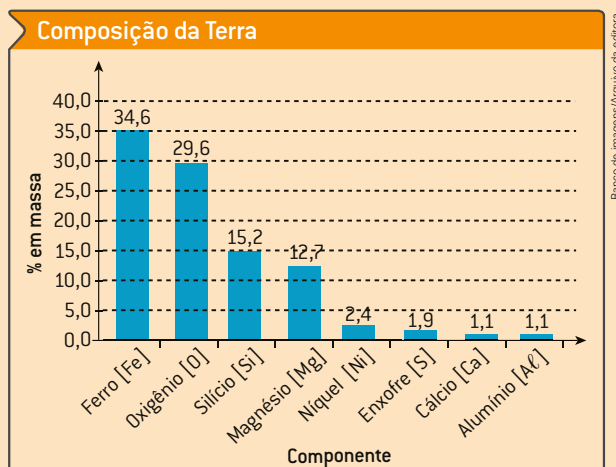
Há aproximadamente 5 bilhões de anos teve início a formação dos corpos celestes. Teoricamente, as estrelas se formaram de gigantescas massas de gases chamadas **nebulosas**. Nas regiões mais frias, muito distantes do Sol, essa matéria condensou-se, fundiu-se, solidificou-se e deu origem aos planetas.

Os elementos de menor massa e mais voláteis foram afastados dos planetas pelos ventos solares e pelo calor do Sol e formaram a atmosfera e regiões superficiais.

Os outros elementos, em função de sua densidade e temperatura de fusão, formaram a parte sólida dos planetas. Os elementos de maior densidade, como ferro e níquel, acumularam-se na parte central interna.

A Terra e os outros planetas rochosos, como Mercúrio, Vênus e Marte, apresentam grandes porcentagens de ferro (Fe), oxigênio (O) e silício (Si). Os planetas gasosos, como Júpiter, têm até 98% em massa de gás hidrogênio (H_2) e gás hélio (He).

O gráfico abaixo mostra a porcentagem em massa dos 8 elementos mais abundantes no nosso planeta.



MASON, B.; MOORE, C. *Principles of Geochemistry*. New York: Wiley, 1982.

Íons

Em determinadas condições, os átomos podem perder ou ganhar elétrons, originando unidades carregadas eletricamente, denominadas íons. O íon é uma espécie química que apresenta número de prótons diferente do número de elétrons.

Os átomos, ao ganhar ou perder elétrons, originam dois tipos de íons:

- **íons positivos:** átomos que perdem elétrons, também chamados de **cátions**;
- **íons negativos:** átomos que ganham elétrons, também chamados de **ânions**.

Íons positivos ou cátions

Os cátions formam-se quando um átomo perde um ou mais elétrons, resultando em um sistema eletricamente positivo, em que o número de prótons é maior do que o número de elétrons.

Orientações didáticas

Proponha a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, sobre os elementos químicos no Sistema Solar. Se julgar necessário, explique brevemente a teoria do *Big Bang*, que teria originado o Universo e tudo o que faz parte dele. Analise o gráfico apresentado com os estudantes e explique que os elementos presentes na Terra, na quantidade em que são encontrados, foram fundamentais para o surgimento e a manutenção de diversas formas de vida no planeta.

Na sequência, explore o conteúdo sobre os íons. O fato de um átomo perder elétrons e tornar-se positivo costuma causar dúvidas entre os estudantes. Para facilitar a compreensão desse conteúdo, ressalte que a carga do átomo é neutra quando ele possui o mesmo número de prótons e de elétrons, e que ele fica eletricamente carregado quando há ganho ou perda de elétrons.

Complete dizendo que os íons podem ser monoatômicos, quando são formados por um único átomo, ou poliatômicos, quando são formados por mais de um átomo. Apresente aos estudantes alguns exemplos de íons monoatômicos e poliatômicos para complementar a explicação.

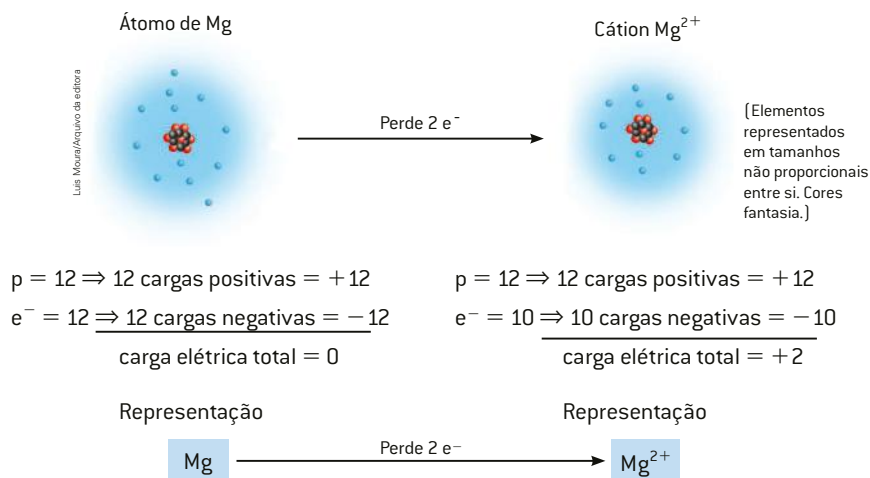
Orientações didáticas

Enfatize que os átomos podem perder ou ganhar elétrons, formando novos sistemas eletricamente carregados, denominados íons. Incentive a participação dos estudantes questionando-os sobre o que diferencia um íon positivo, ou cátion, e um íon negativo, ou ânion. Destaque o papel das partículas subatômicas nessa diferenciação. Explique também que a transferência de elétrons entre os átomos é fundamental para a ocorrência de diversas reações químicas.

Se julgar necessário, esclareça o que são espécies químicas, já que esse termo aparece em vários pontos do capítulo. Mencione que espécie química é um termo que se refere às diversas formas em que os elementos químicos se apresentam na natureza, englobando átomos, íons, moléculas, substâncias químicas, etc.

Então, com o uso do quadro de giz, desenvolva os exemplos apresentados no livro do estudante e, se possível, explore outros exemplos de cátions e ânions para reforçar os conceitos trabalhados.

Vamos utilizar o exemplo do átomo de magnésio (Mg), que apresenta $Z = 12$. Ao perder dois elétrons, ele se torna um cátion. Observe:

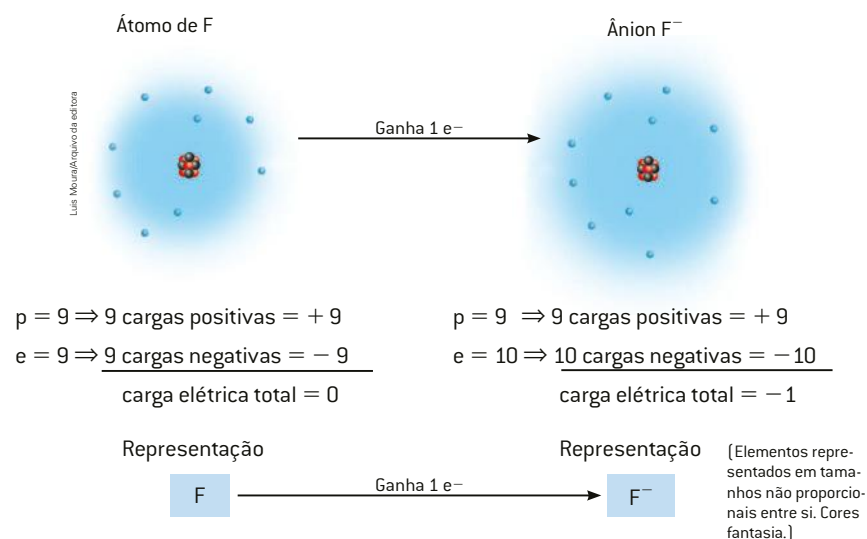


A espécie química Mg²⁺ é denominada cátion bivalente ou íon bivalente positivo. O tamanho de um cátion é sempre menor que o do átomo de origem.

Íons negativos ou ânions

Os ânions formam-se quando um átomo ganha um ou mais elétrons, resultando em um sistema eletricamente negativo, em que o número de prótons é menor do que o de elétrons.

Vamos utilizar como exemplo o átomo de flúor (F), que representa $Z = 9$. Ao ganhar um elétron, ele se torna um ânion. Observe:



A espécie química F⁻ é denominada ânion monovalente ou íon monovalente negativo. O tamanho do ânion é sempre maior que o do átomo de origem.

Íons no corpo humano

Os íons são muito importantes para o bom funcionamento do nosso organismo. Seu excesso ou sua carência pode causar problemas à saúde.

Veja algumas das funções desempenhadas por três desses íons e as consequências de sua falta ou de seu excesso:

Na^+ : cátion sódio

No organismo humano, o cátion sódio atua no controle da pressão sanguínea e na propagação de impulsos nervosos. Sua deficiência ocorre em geral pela perda excessiva de líquido, decorrente principalmente de diarreias, doenças renais e uso inadequado de diuréticos, podendo causar letargia ("moleza"), fraqueza, redução da pressão arterial e até convulsões.

Já o excesso de íon Na^+ , ingerido em alimentos muito salgados ou quando utilizamos o sal de cozinha, pode causar aumento da pressão arterial.

Ca^{2+} : cátion cálcio

Além de formar ossos e dentes, o cálcio participa dos processos de coagulação, contração muscular, regulação de batimentos cardíacos e atuação de enzimas. A deficiência de cálcio (hipocalcemia) pode provocar osteoporose, raquitismo, paralisia muscular total ou parcial e hipertensão arterial.

O excesso de cálcio (hipercalcemia) pode levar à perda da função renal, à formação de cálculos renais e a distúrbios psíquicos.

Fe^{2+} : cátion ferro II ou ferroso

O metal ferro origina dois cátions: Fe^{2+} ou Fe^{3+} . Embora o nosso organismo utilize somente o Fe^{2+} , muitas vezes ingerimos ferro na forma de Fe^{3+} . Quando o Fe^{3+} entra em contato com o suco gástrico, uma pequena parte dele pode ser transformada em Fe^{2+} .

A quantidade de ferro no corpo humano varia de 3 a 5 g. Cerca de 75% desse total faz parte da hemoglobina presente nas hemácias, responsável pelo transporte de gás oxigênio (O_2).

Orientações didáticas

Proponha a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, sobre a função dos íons no corpo humano e, na sequência, explique o que é o desequilíbrio eletrolítico. Reforce que os íons que participam de diversas funções no organismo humano devem ser mantidos em quantidades determinadas, e que alterações nessas quantidades podem ter consequências graves. Destaque o papel de alguns íons na transmissão de impulsos nervosos e, consequentemente, no controle de todas as funções do organismo. Incentive a participação dos estudantes, questionando-os sobre quais são as situações que resultam em desequilíbrios eletrolíticos.

Considere solicitar aos estudantes que elaborem cartazes sobre a função dos diversos íons no organismo humano, como forma de aprofundar o estudo sobre o tema. Além dos citados no texto, temos: íons cobalto, fósforo, cloro, magnésio, manganês, cobre, enxofre, zinco, molibdênio. Os cartazes devem conter, entre outras informações, a função do íon no organismo, o que a ausência dele causa e em quais alimentos ele pode ser encontrado.

Indicação de leitura

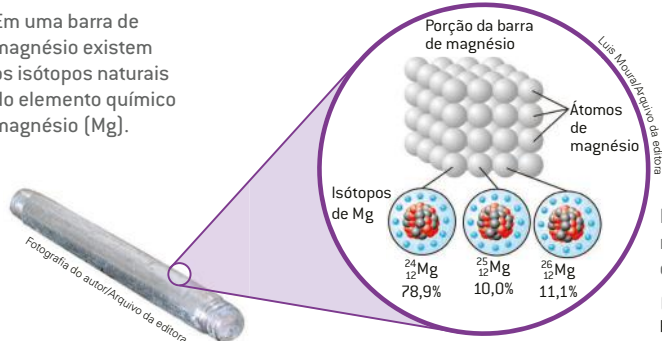
Para saber mais sobre os íons no corpo humano, consulte:

COHEN, Barbara; JANSON Wood. **O corpo humano na saúde e na doença**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2001.

Semelhanças atômicas

No início do século XX, foi constatada a existência de átomos de um mesmo elemento químico (mesmo número de prótons), porém com diferentes números de massa. Esses átomos foram denominados **isótopos**.

Em uma barra de magnésio existem os isótopos naturais do elemento químico magnésio (Mg).



Isótopos:

são átomos que, por pertencerem ao mesmo elemento químico, apresentam o mesmo número atômico (Z), porém diferentes números de massa (A).

Orientações didáticas

Com o conteúdo relacionado às semelhanças atômicas, esperamos fundamentar as principais noções de estrutura atômica.

Defina isótopos, isóbaros e isótonos e apresente exemplos de cada uma das semelhanças entre eles. Utilize o exemplo do isótopo do hidrogênio deutério, que possui diversos usos industriais, entre os quais o de se combinar com o oxigênio para formar a água pesada, que é utilizada em reatores nucleares.

Caso queira aprofundar a abordagem de isotopia, isobaria e isotonia e até de outros assuntos da Química, sugerimos utilizar a Tabela Periódica dos Elementos, que pode ser encontrada, em sua versão mais atualizada, no site da IUPAC: <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

Se achar interessante, trabalhe o texto complementar a seguir, que aborda mais detalhes sobre a utilização da água pesada nos reatores nucleares.

Texto complementar

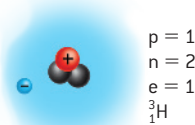
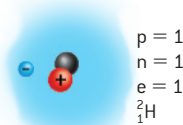
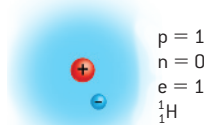
Água pesada

Durante a quebra dos átomos de urânio em um reator nuclear são liberados nêutrons que, ao colidirem com outros átomos de urânio, são absorvidos provocando também sua fissão. Mas os nêutrons são liberados com altíssima carga de energia, que precisa ser diminuída para possibilitar sua absorção pelos outros átomos e a continuidade da reação em cadeia. Entra então em cena a água pesada, que circunda o tubo de metal onde está o urânio. Apesar de ter aparência e propriedades químicas exatamente iguais às da água comum, sua composição é diferente. Os dois átomos de hidrogênio da água que sai das torneiras são substituídos por dois de deutério. A diferença entre esses elementos é que o átomo de hidrogênio possui apenas um próton e um elétron, enquanto o de deutério tem ainda mais um nêutron no seu núcleo. Isso faz com que ele tenha quase o dobro de massa, daí o nome

O único elemento químico cujos isótopos têm nome é o hidrogênio (H), formado pelos seguintes isótopos naturais:

Os prótons estão representados em vermelho (carga +), os nêutrons em preto e os elétrons em azul (carga -).

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



Luís Moura/Arquivo da editora

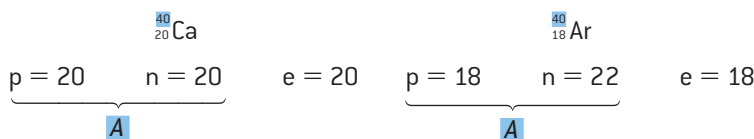
Nomes dos isótopos de hidrogênio

Representação	Nomes	Abundância (%)
${}^1_1\text{H}$	Hidrogênio leve; hidrogênio comum; prótio	99,985
${}^2_1\text{H}$	Deutério	0,015
${}^3_1\text{H}$	Trítio; tricério; tritério	10^{-7}

Como os isótopos pertencem a um mesmo elemento químico, eles apresentam propriedades químicas iguais, que são determinadas pelo número atômico (e não pelo número de massa).

Também existem na natureza átomos com diferentes números de prótons (número atômico) que apresentam o mesmo número de massa. Esses átomos são denominados **isóbaros**.

Observe os exemplos:



Os isóbaros pertencem, portanto, a diferentes elementos químicos, o que nos leva a concluir que suas propriedades químicas são diferentes.

Átomos **isótonos** são aqueles que têm o mesmo número de nêutrons (n), mas diferentes números atômicos (Z) e de massa (A).

Veja os exemplos:



Por pertencerem a diferentes elementos químicos, os isótonos apresentam diferentes propriedades químicas e, em geral, diferentes propriedades físicas.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



- Os modelos atômicos de Thomson e Rutherford.
- Prótons, nêutrons e elétrons.
- Número atômico e número de massa.
- Que cada elemento químico é caracterizado pelo seu número atômico.
- Formação dos íons.
- Isótopos e isóbaros.

de água pesada. “Quando o nêutron superenergético resultante da fissão do urânio colide com o deutério, sua energia diminui, sem que ele seja absorvido. É como o choque de duas bolas de bilhar”, explica o físico Ricardo Galvão, da Universidade de São Paulo. Com a energia cedida pelo nêutron do átomo de hidrogênio, a água pesada atinge temperaturas muito altas e pode ser usada para a produção de energia elétrica.

ÁGUA pesada. *Superinteressante*, out. 2016. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/agua-pesada/>>. (acesso em: 25 out. 2018).

PENSE E RESOLVA

1 Cinco amigos estavam estudando para a prova de Química e decidiram fazer um jogo com os elementos da Tabela Periódica:

- cada participante selecionou um isótopo dos elementos da Tabela Periódica e anotou sua escolha em um cartão de papel;
- os jogadores Fernanda, Gabriela, Júlia, Paulo e Pedro decidiram que o vencedor seria aquele que apresentasse o cartão contendo o átomo com o maior número de nêutrons.

Os cartões foram, então, mostrados pelos jogadores.

$\begin{matrix} 56 \\ 26 \\ \text{Fe} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 16 \\ 8 \\ \text{O} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 40 \\ 20 \\ \text{Ca} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 7 \\ 3 \\ \text{Li} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 35 \\ 17 \\ \text{Cl} \end{matrix}$
Fernanda	Gabriela	Júlia	Paulo	Pedro

Ao observar os cartões, quem foi o vencedor? Por quê? Justifique.

- a) Júlia. *Alternativa e.*
 Sabendo que $A = Z + n$, teremos que:
 b) Paulo. *Fernanda: $n = 56 - 26 = 30$*
 c) Pedro. *Gabriela: $n = 16 - 8 = 8$*
 d) Gabriela. *Júlia: $n = 40 - 20 = 20$*
 e) Fernanda. *Paulo: $n = 7 - 3 = 4$*
Pedro: $n = 35 - 17 = 18$

2 Leia o texto a seguir.

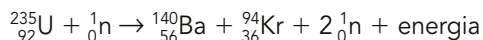
Os átomos de alguns elementos químicos apresentam a propriedade de, por meio de reações nucleares, transformar massa em energia. O processo ocorre espontaneamente em alguns elementos, porém em outros precisa ser provocado por meio de técnicas específicas.

Existem duas formas de obter essa energia:

- fissão nuclear, em que o núcleo atômico se divide em duas ou mais partículas; e
- fusão nuclear, na qual dois ou mais núcleos se unem para produzir um novo elemento.

A fissão do átomo de urânio é a principal técnica empregada para a geração de eletricidade em usinas nucleares e pode ser usada em armas nucleares.

A fissão do urânio (U) pode ser provocada pelo bombardeamento de nêutrons (n) e pode ser representada pela equação:



Ao analisarmos a representação do elemento bário (Ba), na fissão do urânio, podemos afirmar que ele apresenta *Alternativa c.*

- a) número atômico 140.
 b) número de massa 56.
 c) número de prótons 56.
 d) número de elétrons 84.
 e) número de nêutrons 140.

Justifique sua resposta no caderno.

3 A respeito do carbonato de cálcio (CaCO_3), resolva as questões a seguir, com base nas informações apresentadas.

- a) Escreva o nome e o símbolo de cada elemento químico presente na sua fórmula. *Cálcio – Ca, Carbono – C e Oxigênio – O*
 b) Qual é o número total de átomos presentes em sua fórmula? *5 átomos*
 c) Qual elemento químico na fórmula é essencial para a formação e o desenvolvimento dos ossos? *Cálcio*
 d) Qual é o elemento químico cuja deficiência provoca a osteoporose? *Cálcio*
 e) Cite um alimento rico em cálcio. *Leite, queijo. Ou seja, laticínios em geral.*

4 Conhecendo o número atômico e o número de massa de cada elemento: ${}^{40}_{20}\text{Ca}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{16}_8\text{O}$, determine:

- a) o número de prótons, nêutrons e elétrons em cada átomo dos elementos carbono, cálcio e oxigênio;
O – $p = 8$; $n = 8$; $e = 8$
 b) o número de elétrons presentes nos íons Ca^{2+} e O^{2-} . *Ca^{2+} – $p = 20$; $n = 20$ e $e = 18$*
 O^{2-} – $p = 8$; $n = 8$ e $e = 10$

5 Os átomos de hidrogênio presentes na natureza podem ser representados por:

Átomos de hidrogênio	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$
Abundância (%)	99,985	0,015	10^{-7}

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

1, 2, 3 e 4. Veja a reprodução do livro do estudante.

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

5 e 6. Veja a reprodução do livro do estudante.

Síntese

1. Alternativa d.

I – Dalton, que propôs uma ideia de átomo: maciço, indivisível e indestrutível, semelhante a uma “bola de bilhar”.
II – Thomson, cuja proposta era que o átomo seria uma esfera positiva, com cargas negativas incrustadas.
III – Rutherford, baseado no experimento em que bombardeou com partículas alfa uma fina lâmina de ouro, constatou que o átomo era composto de um núcleo envolto por órbitas circulares de elétrons.

2. Veja a reprodução do livro do estudante.

Responda às questões a seguir:

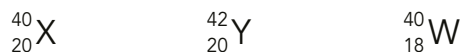
a) Como esses átomos são classificados? **Isótopos**

b) Determine o número de prótons, nêutrons e elétrons em cada um deles.



c) Qual desses átomos é o mais encontrado em um copo com água? **${}^1_1\text{H}$ é o mais abundante.**

6 Considere os átomos:



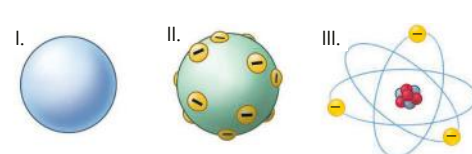
Agora, forme dois pares, um de isótopos e outro de isóbaros. **Isótopos: X e Y Isóbaros: X e W**

SÍNTESE

1 Desde a Grécia antiga, filósofos e cientistas vêm levantando hipóteses sobre a constituição da matéria. Demócrito foi um dos primeiros filósofos a propor que a matéria era constituída por partículas muito pequenas e indivisíveis, chamada de átomos. A partir de então, vários modelos atômicos foram formulados, à medida que novos e melhores métodos de investigação foram sendo desenvolvidos. A seguir, são apresentadas as representações gráficas de alguns modelos atômicos.

Reescreva no caderno a alternativa que correlaciona o modelo atômico com a respectiva representação gráfica. **Alternativa d.**

- a)** I - Thomson, II - Dalton, III - Rutherford.
b) I - Rutherford, II - Thomson, III - Dalton.
c) I - Dalton, II - Rutherford, III - Thomson.
d) I - Dalton, II - Thomson, III - Rutherford.
e) I - Thomson, II - Rutherford, III - Dalton.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

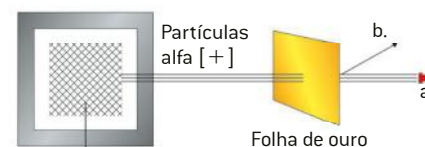
Trigo Donizete Lima/Arquivo da editora

2 Observe atentamente a representação a seguir de um experimento clássico realizado por Rutherford.

Rutherford concluiu que:

- a)** o núcleo de um átomo é positivamente carregado.
b) os átomos de ouro são muito volumosos.
c) os elétrons em um átomo estão dentro do núcleo.
d) a maior parte da massa se localiza na parte periférica do átomo.

Reescreva no caderno a alternativa correta.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Trigo Donizete Lima/Arquivo da editora

3 A determinação da idade de um objeto arqueológico é um processo que envolve física, química, biologia, história e geografia.

Alguns métodos utilizados para determinar a idade de um artefato ou fóssil são fundamentados no estudo das alterações químicas e físicas que acontecem ao longo do tempo com o material de que o objeto é feito.

O carbono está presente em muitas substâncias como carvão, açúcar, gasolina, gás carbônico, etc.

O carbono-14 é um tipo de carbono utilizado para determinar a idade de objetos. Ele existe na Terra em quantidade muito pequena. É produzido na atmosfera pelos raios cósmicos, que interagem com o gás nitrogênio presente no ar. Considere um átomo de carbono-14:



- a) Quantos prótons esse átomo apresenta? Quantos nêutrons? E quantos elétrons?
 b) Quantas partículas nucleares há no carbono-14? 14

p = 6; n = 8; e = 6

DESAFIOS

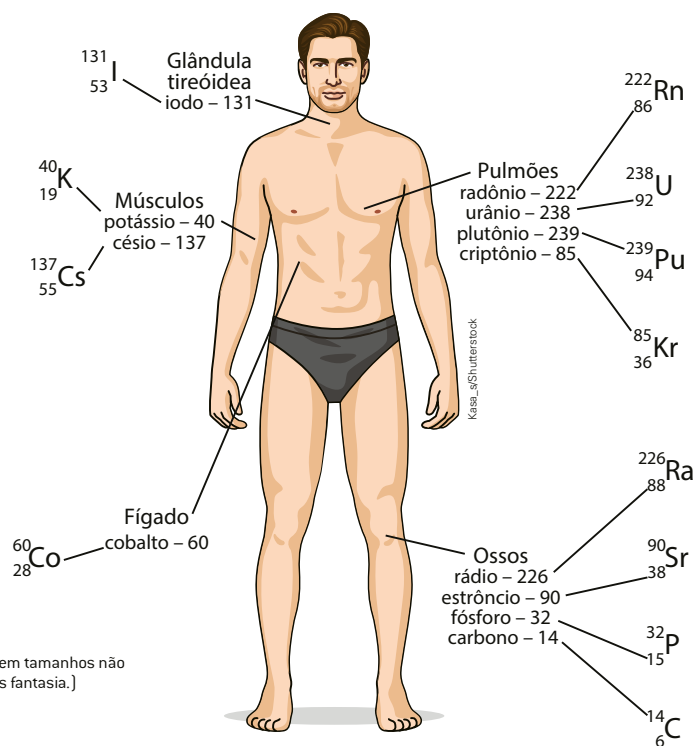
Isótopos radioativos

Um isótopo radioativo, também conhecido como radioisótopo, apresenta o mesmo comportamento químico de um isótopo do mesmo elemento não radioativo, com a diferença de que ele emite radiação. Assim, sua presença e localização podem ser obtidas por meio de detectores de radiação.

Em todos os seres vivos existem pequenas quantidades de isótopos radioativos. No corpo humano, alguns deles estão presentes em órgãos específicos. Veja ilustração abaixo.

Os radioisótopos podem ser usados na medicina no estudo de certas doenças e distúrbios fisiológicos. Administrados ao paciente, os radioisótopos têm a propriedade de se acumular em determinados órgãos ou tipos específicos de células e permitem, por meio de sua detecção, observar a existência de alterações.

Vejam os a seguir alguns exemplos de radioisótopos utilizados na Medicina.



(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

3. a, b) Veja a reprodução do livro do estudante.

**Respostas e comentários
das questões**

Desafios

1, 2, 3, 4 e 5. Veja a reprodução do livro do estudante.

Prática

Você já deve ter visto uma atividade similar na seção *Prática* no volume do 6º ano desta coleção. Nossa intenção aqui é retomar esse tema com os estudantes, procurando aprofundar os conceitos estudados e fazer uma analogia com o trabalho investigativo dos cientistas e perceber como é possível tirar certas conclusões mesmo que não se consiga visualizar o objeto de estudo.

1. Resposta pessoal. As características dependem do objeto, por exemplo: sólido, mais pesado que a caixa, etc.
2. Resposta pessoal. Promova um debate com os estudantes trabalhando principalmente conteúdos procedimentais e atitudinais, como saber expressar opiniões, argumentar, respeitar as opiniões dos colegas, respeitar o tempo para cada exposição de ideias, entre outros.
3. Resposta pessoal. Mesmo sem enxergar um átomo, os cientistas, por meio de experimentos, conseguem criar modelos, como os modelos atômicos. Estimule o trabalho com modelos e representações de ideias.

Isótopo	Aplicação
^{51}Cr	Estudo do baço e de distúrbios gastrointestinais.
^{131}I	Estudo da glândula tireóide.
^{24}Na	Mapeamento do sistema cardiovascular.
^{99}Tc	Mapeamento de cérebro, fígado, rins, coração.
^{59}Fe	Diagnóstico de anemias.

Fonte dos dados: <<http://files.radiologia-rx.webnode.com.br/200000339-3dfb73ef56/Quimica%20Nuclear%20na%20Medicina.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

Outro isótopo radioativo, o iodo-123, quando injetado no organismo em pequenas quantidades, permite-nos obter imagens do cérebro.

Responda ao que se pede.



- 1 Determine o número de prótons, nêutrons e elétrons do radioisótopo de maior número de massa existente nos pulmões.
Plutônio: p = 94; n = 145; e = 94.
- 2 Qual dos radioisótopos presentes no músculo apresenta um número de nêutrons ímpar?
Potássio: n = 21.
- 3 O radioisótopo tecnécio ($^{99}_{43}\text{Tc}$) pode originar íons com carga 2+. Classifique esse íon em cátion ou ânion e calcule o seu número de elétrons. *É um cátion com e = 41.*
- 4 Escreva a representação do isótopo do carbono que tem 6 nêutrons. $^{12}_6\text{C}$
- 5 Escreva a representação do átomo de urânio que é isóbaro do átomo de plutônio. $^{239}_{92}\text{U}$

138

PRÁTICA

Uma caixa-surpresa

Objetivo

Realizar uma atividade prática simples que apresenta certa analogia com o trabalho feito pelos cientistas para determinar a estrutura do átomo. Experimentos como os realizados por Thomson e Rutherford mostram como evidências indiretas podem ser fundamentais para a descoberta de propriedades e características do que não conseguimos ver ou pegar.

O objetivo não é adivinhar o que está dentro da caixa, mas sim identificar as características do objeto.

Material

- 1 caixa de sapatos
- 1 objeto
- Fita adesiva ou pincel atômico

Procedimento

1. Esta atividade deverá ser desenvolvida em grupos.
2. Seu grupo deve colocar em uma caixa o objeto escolhido, que não deve ser conhecido pelos outros estudantes. Depois, vocês deverão fechar a caixa com fita adesiva.
3. Troquem de caixa com outro grupo.
4. Vocês devem manipular a caixa recebida como quiserem (mas sem abri-la), com a finalidade de determinar o maior número possível de características do objeto. Atenção! Vocês não podem vê-lo.

Discussão final Respostas nas Orientações Didáticas.

- 1 Façam um registro de suas observações, tentando descrever características do objeto.
- 2 Comparem as suas observações e hipóteses com as dos demais estudantes da turma.
- 3 Por fim, criem uma representação do objeto, ou seja, criem um modelo, e expliquem por que essa atividade é análoga ao trabalho dos cientistas no estudo da constituição da matéria.



Luz e cores



Marcos Amend/Pulsar Imagens

Você já deve ter observado no céu um arco-íris. Você tem ideia de como ele é formado? Como são formadas as cores que vemos?

Sabe-se que esse fenômeno está relacionado à luz. Mas de que é formada a luz? Quais fenômenos estão relacionados a ela? As respostas a essas perguntas estão relacionadas à natureza e ao comportamento da luz.

Neste capítulo vamos estudar a luz e entender alguns fenômenos e suas aplicações.

Arco-íris em Uiramutã (RR), 2017.

Matéria e Energia



Capítulo 10 • Luz e cores 139

Habilidade da BNCC

(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender a natureza dual da luz.
- Identificar fontes de luz primárias e secundárias.
- Identificar os diferentes meios ópticos.
- Compreender e evidenciar os princípios da óptica geométrica.
- Compreender e evidenciar os fenômenos ópticos de reflexão, difusão, refração, dispersão e absorção.
- Reconhecer a fotossíntese a partir dos fenômenos da Óptica geométrica.
- Caracterizar as cores a partir das cores primárias.

Objeto de conhecimento

- Radiações e suas aplicações na saúde.

Problematização/Conhecimentos prévios

Para dar início ao estudo deste capítulo, é interessante avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de questões, como: “A luz é onda ou partícula?”; “O que é uma fonte de luz?”; “Como percebemos cores e formas?”; “Quais são os fenômenos ópticos que podemos observar no dia a dia?”; “É possível misturar cores de luz para criar novas cores de luz? Como?”. Embora

sejam questionamentos complexos, lembre-se de que não são esperadas respostas precisas nesse momento, uma vez que essas questões serão respondidas ao longo do estudo deste capítulo. A princípio, o objetivo é incentivar os alunos a refletir sobre o tema a ser estudado e a compartilhar com os colegas os conhecimentos que eles já têm sobre o tema. De modo geral, é provável que eles já conheçam alguns fenômenos ópticos, mas que os conceitos relacionados a eles ainda não estejam formalizados.

■ Neste capítulo

Apresente o conteúdo histórico do texto “A dualidade da luz”. Trata-se de uma abordagem epistemológica da Física: uma ciência inacabada e não “exata” como se costuma rotular. Novas teorias surgem para complementar as antigas e não somente para substituí-las. A compreensão da natureza da luz é um exemplo disso.

Embora a Física tenha esse conceito mais aprofundado, segundo a Óptica geométrica, que aqui apresentamos, a luz será tratada como um agente capaz de proporcionar as sensações visuais de cores e formas.

Iniciaremos este capítulo com a natureza dual da luz: ela se propaga como onda e interage como partícula.

A dualidade onda-partícula da luz traz à tona uma nova interpretação para alguns fenômenos microscópicos e relaciona diferentes áreas do conhecimento (Óptica e Eletromagnetismo) definindo o eixo de desenvolvimento da Física nos séculos XIX e XX e dando início à Física moderna.

Sob esse aspecto, é possível interpretar as cores como radiações eletromagnéticas, explicitando o caráter ondulatório que é iniciado neste capítulo e desenvolvido nos capítulos seguintes.

A partir da dispersão evidencia-se que a luz visível é composta de um espectro contínuo de cores (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta). Assim, é possível afirmar que a luz branca é composta de diferentes cores, e que as cores dos objetos são caracterizadas por sua pigmentação e pela cor de luz que os ilumina.

No entanto, os fenômenos ópticos relacionados às formas de objetos e suas respectivas imagens, assim como o comportamento da luz nos meios ópticos, estão mais relacionados à Óptica geométrica e, para isso, faz-se necessária a avaliação do comportamento da luz nos meios ópticos, identificando as fontes de luz, os meios ópticos e os princípios da propagação retilínea, da independência dos raios de luz

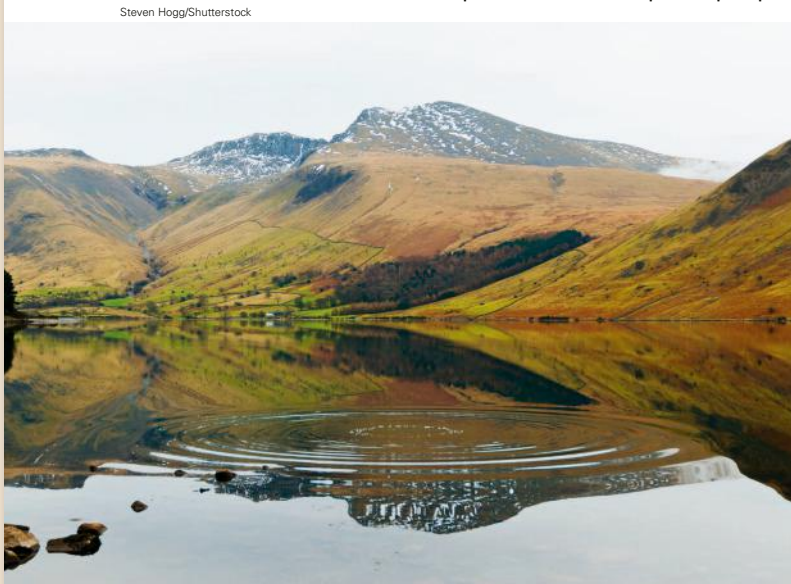
➤ A dualidade da luz

O ser humano sempre teve interesse em entender de que a luz é constituída.

Há relatos de que no século VI a.C., Pitágoras, um filósofo grego, defendia a ideia de que a luz era composta por partículas minúsculas. Nascia o concei-

to da “natureza corpuscular” da luz. Cerca de um século depois, Aristóteles, outro filósofo grego, propôs que a luz era constituída por ondas, como as produzidas por uma pedra atirada na superfície de um lago calmo. Surgiam, assim, as primeiras explicações da “natureza ondulatória” da luz.

Durante muito tempo essa divergência sobre a característica da luz foi discutida e analisada por vários cientistas. **Christian Huygens** (1629-1695), matemático, físico e astrônomo holandês, defendia a teoria ondulatória da luz. Já **Isaac Newton** (1643-1727), matemático e físico inglês, defendia a teoria corpuscular.



Uma pedra que cai na superfície do lago perturba-o formando ondas.

A divergência de opiniões entre os cientistas gerou, por muito tempo, intensas discussões sobre a natureza da luz. Em 1865, **James Clerk Maxwell** (1831-1879), físico e matemático escocês, apresentou uma teoria detalhada da luz como um efeito eletromagnético, dando consistência para o modelo ondulatório.

Os trabalhos de **Albert Einstein** (1879-1955), um físico alemão, trouxeram novas ideias sobre a natureza e o comportamento da luz. Baseado em estudos de outro físico alemão, **Max Planck** (1858-1947), Einstein propôs que a luz tem natureza ondulatória e corpuscular, ou seja, apresenta características de matéria (partícula) e de energia (onda), a chamada **dualidade onda-partícula**.

Einstein afirmou que as partículas de luz têm muita energia e que a luz podia ser descrita como um conjunto de “pacotinhos” de energia. Tais “pacotinhos” de energia são conhecidos como **fótons** ou **quantum**.

➤ Luz visível

A luz visível é um conjunto de ondas eletromagnéticas capazes de sensibilizar o olho humano. Cada onda eletromagnética desse conjunto tem uma determinada quantidade de energia e, por isso, cada uma é identificada de maneira diferente. É por isso que conseguimos distinguir as cores: cada cor está associada a uma quantidade de energia.

Faixa de luz visível vai do vermelho ao violeta.



Paulo César Pereira/Arquivo da editora

e da reversibilidade, identificando fenômenos como a reflexão (regular e difusa), a refração, a dispersão e à absorção.

Esse conjunto de fenômenos também possibilita a compreensão de fenômenos relacionados às cores de luz e à maneira de compor e de decompor a luz.

Sob o aspecto ondulatório da luz, apresente a luz como parte de um conjunto de ondas eletromagnéticas, expondo o espectro visível que vai do vermelho ao violeta. Nesse sentido, é interessante comentar que, abaixo do vermelho há as radiações

infravermelho e, acima do violeta, as radiações ultravioleta. Mais detalhes dessas radiações serão trabalhados no capítulo 12.

A faixa de luz visível é uma pequena parte do chamado **espectro eletromagnético** e é percebida pelo olho humano como uma faixa contínua de sete cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

No espectro eletromagnético, anterior ao vermelho, encontra-se a radiação infravermelha e, posterior ao violeta, encontra-se a radiação ultravioleta. No capítulo 12 você terá oportunidade de estudar um pouco mais sobre o espectro eletromagnético.

Espectro eletromagnético: faixa que compreende todas as ondas eletromagnéticas.

Orientações didáticas

Antes de iniciar a abordagem da Óptica geométrica, problematize com a pergunta: “É preciso saber se a luz é onda ou partícula para poder explicar o arco-íris ou o fato de um lápis parecer quebrado quando parcialmente imerso num copo com água?”. Por meio desse questionamento, conceitue a Óptica geométrica como a área da ciência que estuda o comportamento da luz nos meios ópticos sem considerar sua natureza. Em seguida, comece definindo as fontes de luz e os meios ópticos. Utilize os exemplos de fontes de luz que são apresentados no livro do estudante e acrescente outros que considerar pertinentes. Durante esse estudo inicial, apresentar exemplos práticos é imprescindível para a compreensão de fenômenos até então abstratos para os estudantes.

Comece definindo as fontes de luz e os meios ópticos. Utilize os exemplos de fontes de luz que são apresentados no livro do estudante e acrescente outros que considerar pertinentes. Durante esse estudo inicial, apresentar exemplos práticos é imprescindível para a compreensão de fenômenos até então abstratos para os estudantes.

A Óptica geométrica

A palavra óptica, do grego *optike*, significa ‘relativo à visão’.

A Óptica geométrica estuda o comportamento da luz nos diversos meios materiais, sem considerar sua natureza.

Fontes de luz

Chamamos de fonte de luz qualquer corpo que emite luz. Quando o corpo emite luz própria, como o Sol (e as demais estrelas), uma vela ou uma lâmpada acesa, é chamado de fonte primária de luz ou corpo luminoso. Quando o corpo reflete a luz que recebeu de outro corpo, ele é uma fonte secundária de luz ou corpo iluminado: é o caso dos planetas, dos satélites naturais (como a Lua) e da maioria dos objetos que vemos ao nosso redor: uma cadeira, uma árvore, uma nuvem, uma parede, uma lâmpada apagada.

Só conseguimos enxergar um corpo iluminado porque ele reflete parte da luz que recebe de um corpo luminoso.



Tetra Images/Getty Images

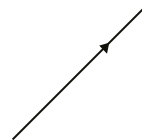


Arndt Bräuer/Contrasto

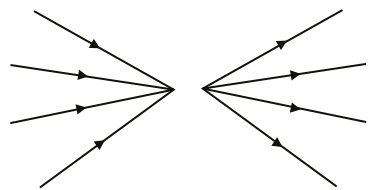
(A) A vela acesa é uma fonte de luz primária ou corpo luminoso. Na queima do pavio e da parafina, ocorre a liberação de calor e de luz. As diferentes cores observadas na chama correspondem a ondas com diferentes quantidades de energia.

(B) A Lua reflete a luz do Sol; ela é uma fonte secundária, ou seja, um corpo iluminado.

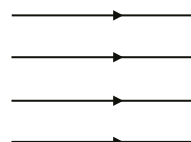
Para representar graficamente a propagação da luz emitida por uma fonte de luz são utilizados segmentos de reta, que indicam direção e sentido, denominados raios de luz. O conjunto de raios de luz é chamado feixe de luz e pode ser cônico convergente, cônico divergente e cilíndrico (ou paralelo).



Representação de um raio de luz.



Cônico convergente Cônico divergente
Representações dos feixes de luz.



Cilíndrico ou paralelo

Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

Matéria e Energia

Orientações didáticas

Apresente os diferentes meios ópticos aos estudantes usando os exemplos citados no livro e, se achar necessário, acrescente outros. Explique que diferentes materiais se comportam de formas distintas ao serem atingidos pelos raios de luz.

Texto complementar

Breve histórico do *laser*

Sem dúvida, um dos grandes avanços na área médica, neste século foi o desenvolvimento dos aparelhos de *laser*. A aplicação dos diferentes tipos de *lasers* possibilitou uma grande alteração nos procedimentos médicos e odontológicos pois, proporcionou uma grande redução do tempo de duração das cirurgias, no tempo de recuperação dos pacientes, nas complicações pós-operatórias, na redução de edemas e, ainda, facilitou a bioestimulação dos tecidos moles (atualmente conhecida como biorregulação), como também, um maior controle e domínio das dores crônicas.

Assim que o *laser* começou a ser difundido na área médica, os dentistas verificaram que este sistema de luz poderia ser aplicado em muitos procedimentos odontológicos e que havia um futuro promissor nesta nova fonte de investigação.

[...]

O primeiro estudo envolvendo o uso de *laser* em Odontologia coube a Stern & Sogannaes (1964). Eles utilizaram o *laser* de rubi e aplicaram em tecidos dentais “*in vitro*” e observaram que este tipo de *laser* formava cratera e fusão de esmalte e dentina. A dentina exposta ao *laser* de rubi apresentava crateras e queima de tecido. Eles observaram, também, alterações de temperatura nos tecidos irradiados e chamaram atenção para a necessidade de se desenvolver mais pesquisas sobre o assunto.

PECORA, J. D., BRUGNERA, A. Breve histórico do *laser*. Disponível em: <www.forp.usp.br/restauradora/laser/historia.html> (acesso em: 19 nov. 2018).

Fenômenos ópticos: neste capítulo trataremos como fenômenos ópticos aqueles associados à propagação da luz.

Meios ópticos

Para entender os **fenômenos ópticos**, é necessário conhecer o percurso da luz e verificar como ela se propaga e como se desvia ao passar por determinados meios. Para isso, é fundamental estudar os meios onde a luz se propaga.

Os meios que permitem a propagação de luz em trajetórias regulares e bem definidas, fornecendo uma visão nítida dos objetos ou da fonte de luz, são chamados **meios transparentes**. O único meio absolutamente transparente à luz é o **vácuo**, mas podemos considerar transparentes alguns materiais, como alguns tipos de vidro, a água e o ar, em pequenas quantidades.



O vidro fosco é um meio translúcido. Através dele pode-se perceber a cor, mas a forma é irregular.



O vidro e a água, em pequenas quantidades, podem ser considerados meios transparentes. Na fotografia, aquário em Moscou, 2018.

Já os meios em que a luz se propaga em trajetórias irregulares e indefinidas, não permitindo uma visão nítida da fonte de luz ou de objetos através deles, são chamados **meios translúcidos**. O vidro fosco, a água turva, o papel de seda e o nevoeiro são alguns exemplos.

Os meios que impedem a propagação da luz em seu interior, não permitindo a visão dos objetos ou da fonte de luz através deles, são denominados **meios opacos**. São exemplos: paredes de tijolos e cimento, portas de madeira, chapas de metal e caixas de papelão.

Não sabemos o que há dentro das caixas, pois o papelão é opaco e não permite a passagem da luz.



(A) Meio transparente. (B) Meio translúcido. (C) Meio opaco.

Os princípios da Óptica geométrica

Quando a luz se propaga em meios **homogêneos** e transparentes, podem ser observados três comportamentos fundamentais para a compreensão de muitos fenômenos. São os princípios da **Óptica geométrica**: a propagação retilínea, a independência dos raios de luz e a reversibilidade da luz.

Princípio da propagação retilínea

A luz propaga-se em linha reta. Essa propriedade pode ser verificada na imagem a seguir.



No ar, a luz se propaga em linha reta.



UM POUCO MAIS

Laser

Essa palavra é um **acrônimo** para a expressão inglesa *light amplification by stimulated emission of radiation* (em português, amplificação de luz estimulada por emissão de radiação).

O *laser* é um tipo especial de radiação constituída por um conjunto de ondas luminosas monocromáticas concentradas e de grande energia. O primeiro tipo de *laser*, construído em 1960, usava um cristal de rubi que, ao ser estimulado por fonte luminosa, emitia radiação. Hoje, o *laser* pode ser obtido de outros cristais, como o ítrio; de gases, como o hélio, o neônio ou uma combinação dos dois; ou de outros materiais, como o gálio e o gás carbônico.

Além de terem aplicações tecnológicas populares no cotidiano, como nos CDs, DVDs e *Blu-rays*, os *lasers* são utilizados em larga escala, na Medicina, na metalurgia e em várias outras áreas.

Acrônimo:

palavra formada com as letras ou sílabas iniciais de uma sequência de palavras, pronunciada sem soletração das letras que a compõem.

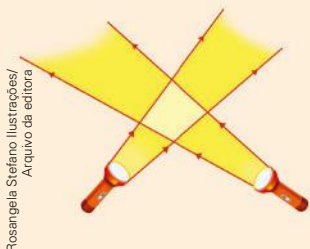
Orientações didáticas

Sugerimos que a apresentação dos princípios da Óptica geométrica seja realizada de forma expositiva e por meio de experimentos que possam ser demonstrados em sala de aula ou de vídeos disponíveis na internet. Para o princípio da propagação retilínea da luz, por exemplo, sugerimos que você leve para a sala de aula um *laser* vermelho e um borrifador de água. Deixando a sala de aula escura, borrife um pouco de água para cima e aponte o *laser* para as gotículas no ar; deve ser possível ver um raio de luz retilíneo, o que justifica sua propagação retilínea. O mesmo efeito pode ser conseguido com pó de giz no lugar do borrifador de água com cuidado para o pó não atingir os estudantes.

Orientações didáticas

Ainda sobre o princípio da propagação retilínea da luz, explique o funcionamento da câmara escura de orifício e, caso considere pertinente, realize com os estudantes a atividade prática complementar sugerida abaixo.

Para apresentar o princípio da independência dos raios de luz, se possível, utilize dois *lasers* de maneira que o raio de um cruze com o do outro e seja possível verificar que cada um segue seu caminho sem que haja interrupção nos raios de luz (para evidenciar ainda mais esse princípio, é possível utilizar novamente o borrifador de água ou o pó de giz, para que os estudantes observem toda a trajetória da luz). Outra possibilidade é usar duas lanternas acesas de modo que seus feixes de luz se cruzem. Nesse caso, deve ser possível observar que também não ocorrerá interação entre os feixes de luz. Veja a imagem a seguir, que pode orientar essa observação.



Rosângela Stefano Ilustrações/Arquivo da editora

Atividade prática complementar

Câmara escura

Objetivo

Demonstrar a propagação da luz em todas as direções e em linha reta.

Material

- 1 caixa de papelão pequena com tampa (uma caixa de sapatos);
- 1 vela sobre um pratinho para suporte;
- Papel vegetal ou papel-manteiga;
- Compasso de ponta fina ou alfinete;
- Cola ou fita adesiva.

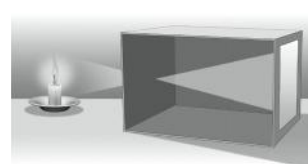
Procedimento

1. No centro de uma das laterais da caixa de sapatos, faça um pequeno furo usando a parte

mais fina da ponta do compasso. Cuidado! O furo deve ser pequeno. Se o furo ficar largo, a imagem formada perderá a nitidez.

2. Na lateral oposta ao furo da caixa, recorte um retângulo de 15 cm por 8 cm. No espaço aberto, cole o papel vegetal (ou papel-manteiga) bem esticado. Tampe a caixa.
3. Em um local iluminado somente por uma vela, aproxime e afaste a caixa (pelo lado do furo), observando no papel translúcido a imagem da chama da vela.

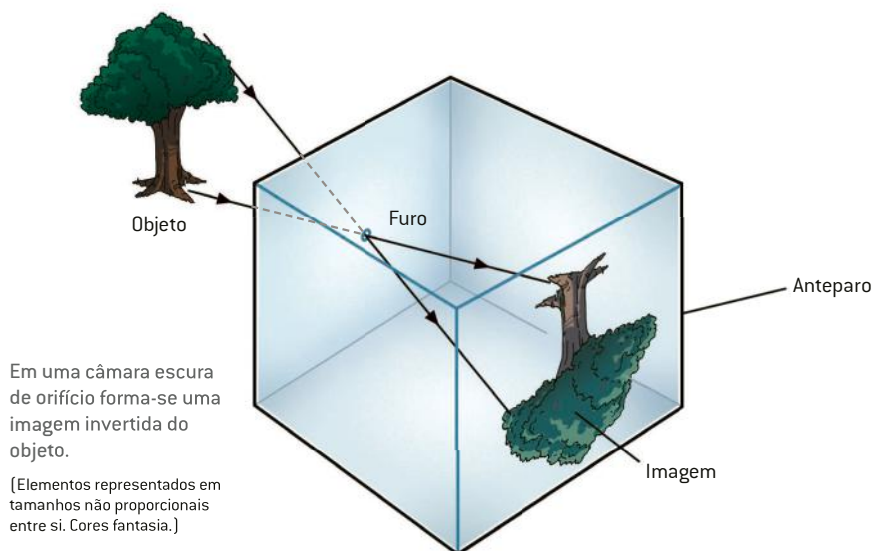
4. Você conseguirá visualizar melhor a imagem se o local do experimento for pouco iluminado. Caso isso não seja possível, a alternativa é cobrir, com um pano escuro, seu rosto e a parte da caixa com a lateral que contém o papel vegetal, da mesma forma como faziam os fotógrafos antigamente.



Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

O princípio da propagação retilínea da luz explica o funcionamento do aparelho precursor das câmeras fotográficas – a câmara escura de orifício. Essa câmara é constituída de uma caixa fechada com um pequeno orifício na parte anterior, que permite a passagem de estreitos feixes de luz, e de um anteparo translúcido, na parede oposta à do furo, onde são formadas as imagens.

A luz proveniente da parte superior do objeto, ao atravessar o orifício da câmara escura, chega à parte inferior do anteparo translúcido. Já a luz proveniente da parte inferior do objeto atinge a parte superior, como mostrado na imagem a seguir.



Em uma câmara escura de orifício forma-se uma imagem invertida do objeto.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Tiago Donizete Lima/Arquivo da editora

Princípio da independência dos raios de luz

É possível enxergar vários objetos ao mesmo tempo porque os raios de luz emitidos por eles se cruzam sem que ocorram mudanças na direção da propagação. Após se cruzarem, os raios de luz seguem suas trajetórias de maneira independente, como se não houvessem se cruzado.



Régina Mann/Shutterstock

Os raios de luz se cruzam e continuam sua trajetória sem desvios e sem alteração de cor.

Princípio da reversibilidade da luz

A luz é reversível, isto é, a trajetória dos raios de luz em um sentido será a mesma se os raios estiverem se propagando no sentido contrário. Usaremos dois exemplos para evidenciar o princípio da reversibilidade da luz:

- Quando um motorista está dirigindo, ele pode enxergar um passageiro sentado no banco de trás, pelo espelho retrovisor. Da mesma maneira, o passageiro pode enxergar o motorista pelo mesmo espelho.
- O porteiro de um prédio enxerga um motorista chegando de carro pelo espelho fixado na lateral do portão, e o motorista também pode enxergar o porteiro pelo mesmo espelho.



Passageira e motorista se enxergam pelo espelho retrovisor.

Bettie Van Der Meer/Getty Images

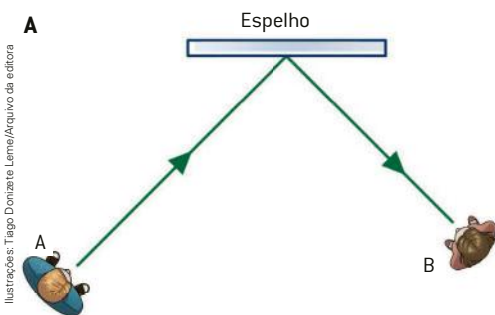


Porteiro e motorista se enxergam pelo espelho.

Sergio Dotta Jr./Arquivo da editora

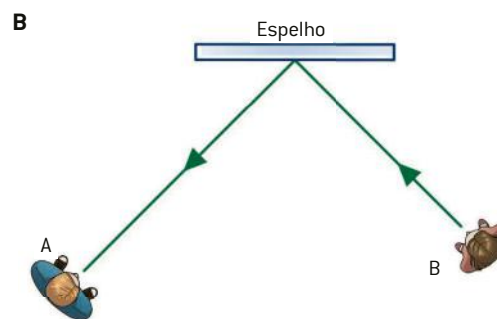


Esquematicamente, as situações descritas podem ser representadas pelo modelo:



O observador em B enxerga o outro observador em A.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]



O observador em A enxerga o outro observador em B.

Orientações didáticas

Para explicar o princípio da reversibilidade, sugerimos que realize uma demonstração simples utilizando um espelho plano. Leve para a sala de aula um espelho de tamanho médio e posicione-o de maneira que você possa enxergar um estudante e ele também possa enxergá-lo por meio do espelho. Se houver tempo disponível, solicite a outros estudantes que participem da demonstração, a fim de que todos possam visualizar, na prática, esse princípio.

Na sequência, explore os esquemas que representam o princípio da reversibilidade da luz no livro do estudante. Caso considere pertinente, baseie-se nesse esquema para representar, no quadro de giz, o exemplo do espelho plano utilizado em aula. É importante que os estudantes comecem a se familiarizar com essas representações esquemáticas, desenvolvendo não só a capacidade de interpretá-las mas também de fazê-las sempre que necessário.

Orientações didáticas

Retome o princípio da propagação retilínea e argumente que uma de suas evidências é a formação de sombras e penumbras.

Caso seja possível deixar a sala de aula completamente escura, considere demonstrar esses conceitos utilizando duas lanternas. Com apenas uma lanterna ligada, projete a sombra de um objeto na parede. A seguir, com as duas lanternas ligadas (uma distante lateralmente da outra cerca de 10 cm), projete novamente a sombra desse objeto. No segundo caso, deve ser possível perceber que a sombra não fica perfeitamente nítida, dando a impressão de que há “duas sombras”. Explique que, nesse caso, ocorre a formação de sombra e de penumbra.

Finalize essa demonstração analisando os esquemas do livro do estudante, que apresentam os raios de luz envolvidos na formação da sombra e da penumbra. Certifique-se de que os estudantes compreenderam bem esses conceitos e, se possível, convide-os a, em duplas, realizar a demonstração também.

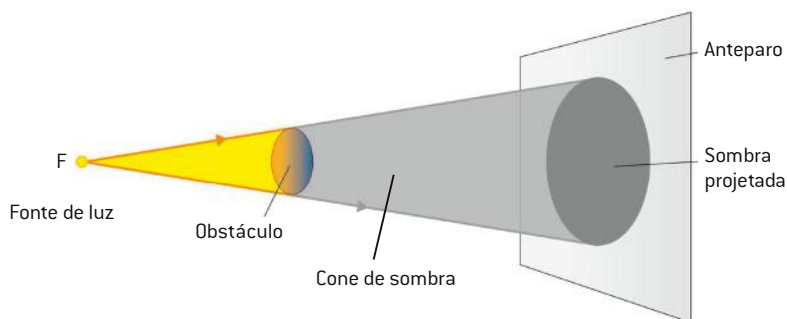
Sombra e penumbra

Os efeitos de sombra e penumbra são estudados pela Óptica geométrica, explicam alguns fenômenos naturais, como os eclipses, e são uma evidência da propagação retilínea da luz. A sombra e a penumbra são determinadas pelas características das fontes de luz, pelas dimensões do objeto opaco (obstáculo) e pela distância entre eles.

A sombra é formada quando se utiliza uma fonte de luz puntiforme (significa que há um único ponto emissor de luz) e a distância entre o objeto e o anteparo é pequena, comparada à distância entre a fonte e o objeto. Nesse caso, há a formação de um cone de sombra.

Quando se utiliza uma fonte de luz puntiforme e a distância entre o objeto e o anteparo é pequena, há formação de um cone de sombra.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora



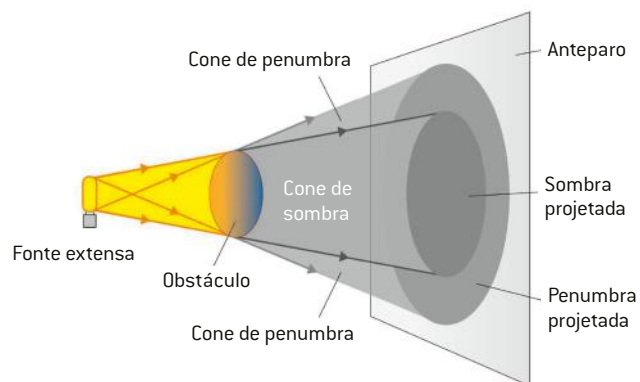
Evgenii And/Shutterstock

A distância entre o menino e a parede é muito pequena se comparada à distância entre o Sol e o menino. Assim, há formação de sombra.

A penumbra se forma quando a fonte de luz é extensa (vários pontos emissores de luz). Nesse caso, além do cone de sombra, há também a criação de um cone de penumbra.

Sombra e penumbra formadas em um anteparo.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



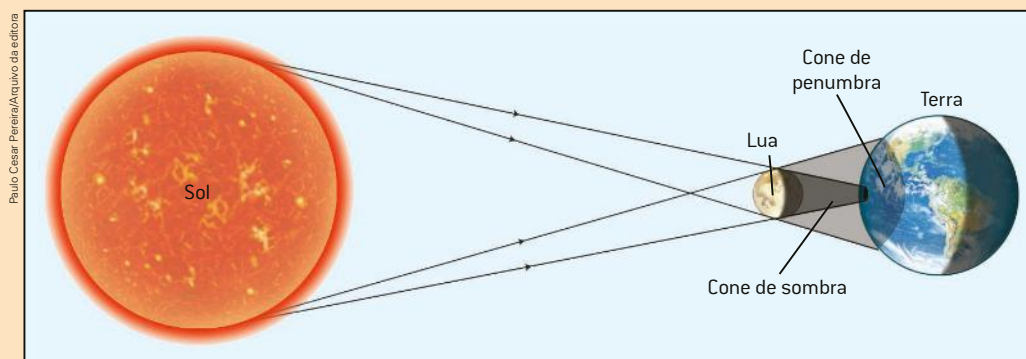
Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora

Eclipses

No 8º ano você estudou os eclipses e os corpos celestes neles envolvidos. Vamos aprender um pouco mais sobre eles.

A representação de cone de sombra e cone de penumbra permite entender a formação dos eclipses. Nos eclipses, a fonte de luz é o Sol, que é tratado como fonte extensa.

Nos eclipses solares, a Lua faz o papel de objeto opaco (obstáculo) e a Terra, de anteparo.

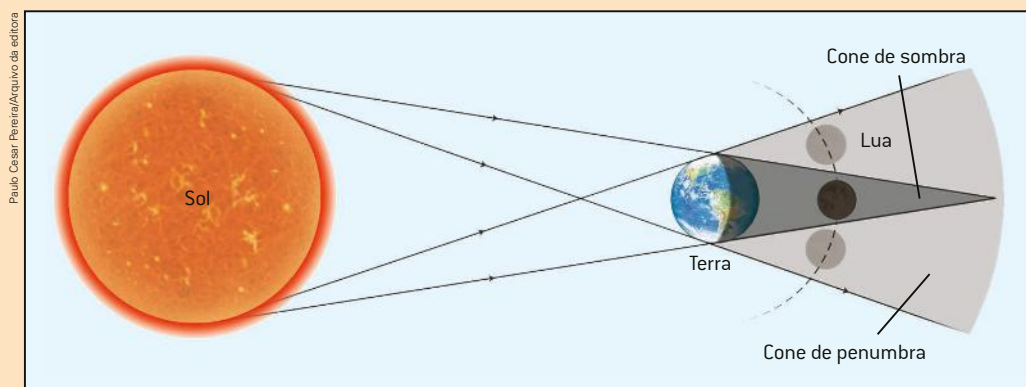


Representação esquemática de um eclipse solar.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Nos eclipses solares, um observador que se encontra na região de sombra da Terra vê um eclipse total. Quem está na região de penumbra vê um eclipse parcial. Já na região totalmente iluminada não se pode observar o eclipse.

Nos eclipses lunares, a Terra faz o papel de objeto opaco (obstáculo) e a Lua, de anteparo.



Representação esquemática de um eclipse lunar total.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Acesse também!

Encontre o seu eclipse. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/encontre-o-seu-eclipse/>> [acesso em: 12 nov. 2018]. No link, é possível encontrar as previsões de eclipses solares e lunares no século XXI.

Orientações didáticas

Após a apresentação dos conceitos de sombra e de penumbra, retome com os estudantes o fenômeno dos eclipses, já estudado no 8º ano, abordado no boxe *Um pouco mais*. Diferencie os eclipses solares dos lunares, chamando a atenção para os raios de luz em cada um dos casos.

Se possível, realize com os estudantes uma atividade prática, para simular eclipses. Uma alternativa interessante pode ser encontrada no endereço <www.scienceinschool.org/pt/2012/issue23/eclipses> [acesso em: 13 nov. 2018]. Nesse momento, porém, os estudantes podem se organizar em trios para realizar os movimentos que caracterizam os eclipses. Oriente-os a ocupar a posição dos três astros envolvidos (Sol, Lua e Terra) e solicite que, ao final da simulação, redijam um breve texto no caderno, explicando como ocorrem os eclipses, solares e lunares, relacionando-os à formação de sombras e penumbras.

Orientações didáticas

Se possível, leve para a sala de aula alguns sistemas ópticos, como espelhos, lentes (ou óculos), binóculo, lupa, prisma, etc. Apresente-os aos estudantes e pergunte: “Onde encontramos esses sistemas ópticos e para que servem?” e “Quais são os fenômenos que ocorrem com eles?”.

Em seguida, elabore de forma coletiva, no quadro de giz, um quadro-resumo que relacione os sistemas ópticos aos fenômenos de reflexão, refração, dispersão e absorção. Incentive-os a participar da atividade e oriente as respostas, esclarecendo eventuais dúvidas sempre que necessário.

Então, promova a leitura coletiva do tópico “Fenômenos ópticos” (páginas 148 a 150). Ao longo da leitura, retome o quadro-resumo, enriquecendo-o com os exemplos citados no livro do estudante.

Ao abordar a reflexão da luz, considere utilizar um espelho para mostrar a reflexão especular e uma superfície opaca, como o tampo de uma carteira ou de uma mesa de fórmica, para mostrar a reflexão difusa.

Fenômenos ópticos

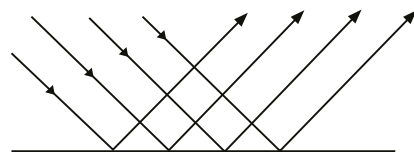
A luz se propaga em alta velocidade, em linha reta e em todas as direções. Quando um feixe de luz incide em uma superfície qualquer, podem acontecer os chamados fenômenos ópticos. Entre uma série de fenômenos ópticos importantes, o feixe de luz pode sofrer reflexão, refração e absorção. Os três podem ocorrer simultaneamente, com maior ou menor intensidade, dependendo do material e da superfície.

Reflexão da luz

Quando um feixe de luz se propaga em um meio, atinge uma superfície qualquer, como uma parede, um espelho ou a superfície da água de uma piscina, e retorna ao meio em que estava se propagando, diz-se que ocorreu reflexão da luz, ou seja, o feixe de luz foi refletido.

A reflexão pode ser classificada em dois tipos: **regular** (ou especular) e **difusa**.

A reflexão é regular quando um feixe de luz incide em uma superfície perfeitamente lisa, como a de um espelho ou de um metal perfeitamente polido. Esse tipo de reflexão nos permite ver imagens nítidas. Na reflexão regular, o feixe refletido mantém as características do feixe incidente. Por exemplo, se o feixe incidente é cilíndrico, o feixe refletido também será cilíndrico.



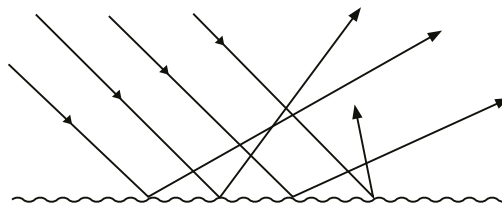
Reflexão regular.



A imagem vista no espelho é uma consequência da reflexão regular.

A reflexão difusa, ou difusão, caracteriza-se quando um feixe de luz atinge uma superfície irregular, rugosa ou não polida. Nesse tipo de reflexão, a luz se propaga em várias direções.

Na reflexão difusa, o feixe de luz refletido não tem as mesmas características do feixe incidente. Se os raios de luz incidentes forem paralelos entre si, por exemplo, os raios refletidos perdem o paralelismo após a difusão, propagando-se em diferentes direções.



Reflexão difusa.



A imagem da árvore e dos arbustos que se vê no lago não é nítida e é uma consequência da reflexão difusa. Na fotografia, um lago na Suíça, em 2018.

Refração da luz

Ocorre refração quando a luz passa de um meio de propagação para outro, causando uma alteração em sua velocidade. Em geral, a refração é acompanhada por um desvio na trajetória da luz. É possível observar a refração da luz, por exemplo, quando se coloca um lápis mergulhado parcialmente em um copo com água. O lápis parece quebrado, evidenciando o desvio da luz ao se refratar.

A luz branca é constituída por um conjunto de “luzes-cores” que vão desde o vermelho até o violeta, e, por esse motivo, é considerada uma **luz policromática**. O espectro da luz visível apresentado no início deste capítulo representa as sete cores que compõem a luz branca.

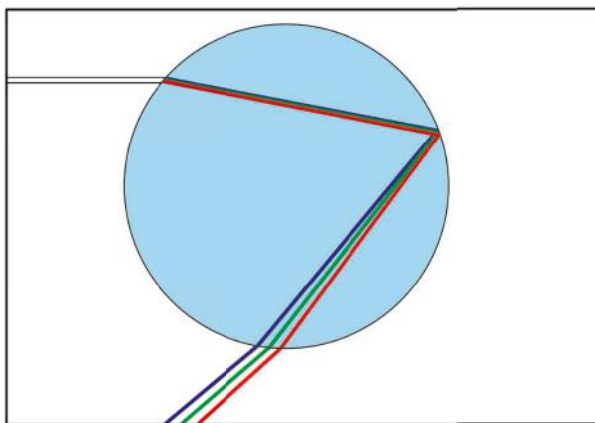
As cores (ondas) que compõem a luz branca, ao atravessarem um meio transparente, sofrem diferentes refrações; para cada cor, um desvio. Assim, quando a luz branca atravessa um prisma óptico, é possível identificar as diferentes cores que a compõem. Esse fenômeno é conhecido como **dispersão da luz**.

David Parker/SP/Contrasto



O prisma óptico é um objeto de forma triangular, geralmente de vidro. Um feixe de luz branca, ao atravessá-lo, é separado em sete cores (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta), promovendo a dispersão. Observe que a luz de cor vermelha é a que menos se desvia, e a violeta a que mais se desvia.

As minúsculas gotas de água da chuva presentes na atmosfera, ao serem atravessadas pela luz do Sol, podem proporcionar o mesmo efeito que um prisma, criando o arco-íris. Quando a luz solar penetra em uma gota de água, os raios luminosos são refratados, sofrendo dispersão. Esse feixe de luz colorido é refletido na superfície interna da gota, atravessa-a e retorna para o ar.



A luz branca do Sol, ao atravessar uma minúscula gota de água, forma o arco-íris.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Trigo Donizete Leme/Aquivo da editora

Orientações didáticas

Para abordar a refração da luz, utilize um copo com água e um lápis, como exemplificado no livro do estudante. Comente que é a alteração da velocidade da luz que proporciona o efeito de lápis “quebrado”. Comente, ainda, que a alteração da velocidade da luz também faz uma piscina cheia de água parecer mais rasa.

Se possível, leve para a sala de aula um CD e utilize-o para demonstrar a dispersão da luz. Destacamos que, embora esse seja um exemplo de difração, o efeito da dispersão causado é o mesmo que o da refração da luz.

Caso tenha possibilidade, leve os estudantes para a quadra ou outro lugar aberto em um dia de sol forte e, com o auxílio de uma mangueira, esguiche água como se fosse chuva. Você e os estudantes devem se posicionar entre o esguicho de água e o Sol, ou seja, o Sol deve ficar às costas de todos. Dessa forma, será possível observar um pequeno arco-íris, que exemplifica o fenômeno de refração e dispersão da luz.

bjonesphotography/Shutterstock



Orientações didáticas

Ao abordar a absorção da luz, lembre os estudantes dos processos de transmissão de calor e de que os coletores solares geralmente têm cores escuras para absorver melhor a radiação solar.

Caso considere pertinente, realize a atividade prática complementar a seguir com os estudantes.

Atividade prática complementar

Luz e calor

Objetivo

Relacionar absorção de luz com calor.

Material

- 2 copos de plástico brancos com tampa;
- 2 termômetros;
- Tinta guache preta.

Procedimentos

A atividade deverá ser realizada em um dia em que o Sol esteja bem visível (não poderá ser um dia nublado).

1. Pinte a superfície externa e a tampa de um dos copos com a tinta guache preta.
2. Adicione água aos dois copos e posicione um termômetro em cada copo. Solicite aos estudantes que anotem a temperatura registrada nos dois termômetros antes de expô-los ao Sol por cerca de 30 minutos (eles deverão receber radiação direta).
3. Após o tempo determinado, retire os copos do sol e mostre os termômetros aos estudantes, a fim de que eles possam comparar a mudança de temperatura em ambos os casos.

Discussão

Após a observação dos resultados, proponha alguns questionamentos aos estudantes, como: “Em qual dos copos a temperatura subiu mais? Por que isso aconteceu?”; “A cor dos copos influenciou o aumento da temperatura da água em seu interior?”; etc. Incentive-os a explicitar suas opiniões e hipóteses sobre o que ocorreu.



Foto: 593/Shutterstock

Todas as gotas de água refratam e refletem a luz da mesma forma. No entanto, apenas algumas cores resultantes desse processo são captadas pelos olhos do observador.

A luz branca do Sol atravessa as minúsculas gotas de água presentes na atmosfera, se dispersa e forma o arco-íris. Arco-íris sobre o Parque Nacional do Iguaçu (PR), 2016.

Absorção da luz

Quando um feixe de luz incide em uma superfície ou corpo, parte da luz pode sofrer reflexão, outra parte pode sofrer refração e outra parte, ainda, pode ser absorvida. A absorção do feixe de luz pode ocasionar um aumento da temperatura da superfície ou do corpo onde houve incidência da luz.

Uma explicação para isso é que, em todos os corpos, as partículas estão em constante movimento de vibração. Ao receber certa quantidade de energia da luz, elas passam a movimentar-se com maior rapidez, isto é, adquirem mais energia cinética. Quanto maior for a agitação das moléculas, maior será a temperatura.

Esse fenômeno ocorre com maior intensidade em corpos e objetos escuros expostos à luz. Isso acontece porque eles absorvem grande parte da energia luminosa, ocasionando o aumento da temperatura. Já os corpos e os objetos claros refletem difusamente grande parte da luz, havendo pouca absorção e, conseqüentemente, menor variação de temperatura. Por esse motivo, as roupas claras são mais indicadas no verão.

O único meio totalmente transparente à luz é o vácuo. Em outros meios, a reflexão, a refração e a absorção ocorrem simultaneamente, com maior ou menor intensidade.

Na superfície tranquila de um lago é possível observar que ocorrem simultaneamente a reflexão, a refração e a absorção da radiação luminosa. Lago Mirror, Califórnia, Estados Unidos, 2015.



Robert Harding/Masterfile/Lainstock

150



Tiago Donizete Lima/Arquivo da editora

Quando expostas ao sol, as roupas escuras absorvem mais energia luminosa do que as roupas claras, aumentando a sensação de calor.

Conclusão

Explique à turma que, quando algum objeto recebe luz do sol, ele está recebendo energia e, com isso, se aquece. Então esclareça que objetos de cores claras refletem a maior parte da luz que recebem e não absorvem quase nada, enquanto objetos de cores escuras absorvem quase toda a luz e não refletem quase nada. Isso explica por que a temperatura da água

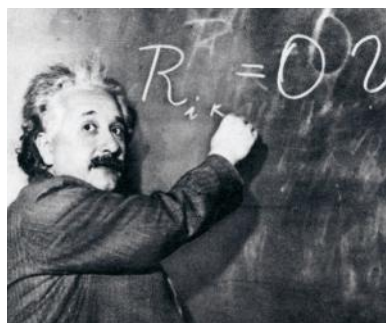
no copo escuro aumentou mais do que a do copo claro. Comente também que esse é um dos motivos pelos quais é recomendado utilizar roupas claras no verão e escuras no inverno.

Adaptado de: ROCHA, Marina Silva. Radiação e absorção da luz. Portal do Professor - MEC. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=27065>> (acesso em: 26 out. 2018).

Como distinguimos as cores e as formas?

Se tivermos um feixe de luz cilíndrico incidindo em uma superfície irregular, os raios refletidos serão espalhados em todas as direções, ou seja, ocorre reflexão difusa. A maioria dos objetos absorve parte da luz incidente e reflete o restante de maneira difusa. É isso que nos permite vê-los da mesma maneira em qualquer posição e determinar suas cores a partir da luz refletida.

A reflexão regular e a difusa, a refração, a dispersão e a absorção são responsáveis pelos diferentes fenômenos que ocorrem e que observamos, desde os diferentes tons de cores, o céu azul, as nuvens, as palavras em uma lousa, as imagens no cinema, até este texto.



O cientista Albert Einstein escrevendo em um quadro de giz. O que nos faz enxergar as palavras e as imagens são os fenômenos de absorção e reflexão da luz.

Bettmann/Getty Images

As cores

Três fatores definem a percepção das cores: a fonte de luz, a maneira como a luz sensibiliza nossos olhos e a coloração dos corpos.

Todas as cores que podemos enxergar são compostas a partir de três cores chamadas **cores primárias**.

As cores primárias

Quando se fala em cores primárias, deve-se fazer uma diferenciação entre cor de objetos (pigmentação) e cor de luz.

Para os objetos, as cores primárias são o ciano, o magenta e o amarelo, formando a chamada **tríade subtrativa**. É também chamada de sistema **CMYK**, do inglês **Cyan, Magenta, Yellow, black** (que significam ciano, magenta, amarelo e preto, respectivamente). A partir dessas três cores é possível obter todas as demais. Quando misturamos tintas, usamos a tríade subtrativa. As impressoras de jato de tinta coloridas utilizam esse sistema na impressão de fotos e imagens coloridas.

Já as cores primárias da luz correspondem a três regiões básicas do espectro visível: o vermelho, o verde e o azul. Essas cores formam a **tríade aditiva**, também chamada de sistema **RGB**, do inglês **Red, Green e Blue** (que significam vermelho, verde e azul, respectivamente). Misturando-se essas três luzes em diferentes proporções é possível compor qualquer cor de luz, inclusive o branco.

Os monitores de computador e os aparelhos de televisão utilizam esse sistema na geração de imagens coloridas. Como a luz branca é formada por todas as cores-luz, é possível, a partir dela, obter qualquer outra cor de luz.

As luzes secundárias são obtidas a partir da adição de duas luzes primárias.

Luz **vermelha** + Luz **verde** = Luz **amarela**

Luz **vermelha** + Luz **azul** = Luz **magenta**

Luz **verde** + Luz **azul** = Luz **ciano**



Cores subtrativas
● amarelo
● ciano
● magenta

A partir do amarelo, do ciano e do magenta é possível compor todas as pigmentações.

Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora



Cores aditivas
● vermelho
● verde
● azul
○ branco

A partir das luzes vermelha, verde e azul é possível obter todas as cores de luz.

Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora

Matéria e Energia

Orientações didáticas

Utilize o boxe *Em pratos limpos* para começar a apresentar os conceitos relacionados às cores.

Relembre o estudo do fenômeno da dispersão da luz e reforce que Newton verificou que a luz branca poderia ser “decomposta” em várias cores. Na sequência, proponha o seguinte questionamento aos estudantes: “É possível, a partir de todas as cores, fazer o contrário, ou seja, compor a luz branca?”. Aproveite essa oportunidade para apresentar o disco de Newton e o seu funcionamento. Um vídeo de demonstração pode ser visto no endereço <www.youtube.com/watch?v=Ala7813u3Zg> (acesso em: 13 nov. 2018). Em seguida, faça uma pequena introdução das cores primárias por meio da leitura do texto desta página. Caso seja possível, considere realizar, nesse momento, a atividade prática sugerida na página 156.

Se julgar oportuno, reserve um tempo da aula para que os estudantes elaborem os próprios discos de Newton, conforme indicado na *Atividade prática complementar* ao final desta página.

Atividade prática complementar

Procedimentos

1. Divida o disco em 4 partes iguais. Em seguida, cada parte deve ser dividida em 8 setores.
2. Pinte cada setor com uma das cores do arco-íris, deixando o último em branco; conforme apresentado na figura ao lado.
3. Faça um orifício no centro do disco e fixe-o em um palito de sorvete ou lápis sem ponta. Em seguida, gire o palito ou lápis.



Rosângela Stefano Ilustrações/Arquivo da editora

O disco de Newton

Material

- Um disco circular de cartolina branca (± 20 cm de diâmetro)
- Canetas hidrográficas ou tintas guache coloridas: vermelha, laranja, amarela, verde, azul-clara, azul-escuro e roxa
- Fita adesiva ou cola
- Palito de sorvete ou lápis sem ponta

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva dos boxes *Um pouco mais* desta página, que tratam de assuntos que despertam o interesse dos estudantes e mostram outro lado da ciência, menos formal, mas com o devido rigor científico. Se possível, considere apresentar-lhes alguns exemplos de ilusão de óptica. Deixe que eles analisem cada caso e auxilie-os a compreender esses fenômenos do ponto de vista científico.

Caso os estudantes tenham se interessado um pouco mais pelo assunto, comente sobre os filtros de luz. Com a utilização de filtros de luz, é possível “subtrair” uma cor da luz branca. Por exemplo, a luz amarela é composta das luzes verde e vermelha, sem a presença do azul. Se utilizarmos um filtro amarelo em uma luz branca, as luzes vermelha e verde atravessarão o filtro, mas a luz azul não, pois seria absorvida pelo filtro. Com um filtro magenta na luz branca, a luz verde seria absorvida, e com um filtro ciano (azul puro) a luz vermelha seria absorvida.

Indicações de leitura

Caso queira saber mais sobre as ilusões de óptica, sugerimos a leitura dos seguintes artigos:

- NASCIMENTO, Fabiana Cristina; NASCIMENTO, Carla Emilia. *Estereogramas e Op Arte: ilusão de óptica em sala de aula*. Disponível em: <www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a041.pdf>.
- PARISOTO, Mara Fernanda; HILGER, Thaís Rafaela. *Ilusões de óptica: contraste*. Disponível em: <www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol12-Num2/a131.pdf> [acesso em: 26 out. 2018].

UM POUCO MAIS

Ilusão de óptica

Observe a ilustração da bandeira do Brasil a seguir:



Banco de imagens/Arquivo da editora

Você deve estar imaginando que esta não é a bandeira do Brasil, é uma bandeira “falsa”, não é mesmo?

Fixe seus olhos novamente na bandeira (bem no centro dela) por cerca de 15 segundos e depois olhe para uma folha em branco. Desta vez você viu a bandeira com as cores corretas?

Esse efeito, chamado de ilusão de óptica, ocorre porque os elementos sensíveis à luz presentes na retina do olho humano ficam **saturados** pelas cores das luzes refletidas pela bandeira “falsa”; quando olhamos para a superfície branca, essas cores não são mais observadas, e a percepção de cores que teremos será, justamente, das luzes inversas às da bandeira “falsa”, ou seja, o verde (inverso do magenta), o amarelo (inverso do azul), o azul (inverso do amarelo) e o branco (inverso do preto).

Saturado:
impregnado
de algo no seu
mais alto grau.

UM POUCO MAIS

O negativo de uma fotografia

Na época em que as máquinas fotográficas não eram digitais, as imagens eram gravadas em um filme com uma solução sensível à luz.

A imagem no filme tinha o aspecto de cor invertida como a que você viu na bandeira do Brasil, daí o nome negativo dado ao filme. Após a revelação, processo que transformava a imagem do filme em fotografia, era possível obter a imagem com as cores reais do que fora fotografado.



Sofia Zburavets/Shutterstock

Sofia Zburavets/Shutterstock

Do lado esquerdo temos a fotografia. Do lado direito, temos o negativo da fotografia. Se você fixar seus olhos por cerca de 15 segundos no negativo da foto e, em seguida, olhar para uma superfície branca, verá a fotografia como ela é, devido à ilusão de óptica causada.

As cores que vemos

A cor de um objeto iluminado é definida pela cor da luz que ele reflete de forma difusa.

Ao incidir luz branca (constituída por todas as cores) sobre um corpo, ele será visto como branco se todas as cores forem refletidas, e como preto se nenhuma luz for refletida.

Se um corpo é visto como verde, significa que ele reflete difusamente a luz verde e absorve todas as outras quando iluminado por luz branca. Se esse mesmo corpo estivesse em um local iluminado apenas por luz vermelha, ele seria visto como preto, porque a luz vermelha seria absorvida pelo “corpo verde”, não sendo refletida por ele.



Camiseta com pigmentação pura verde e vermelha iluminada com luz branca.

Camiseta com pigmentação pura verde e vermelha iluminada com luz monocromática azul.

Camiseta com pigmentação pura verde e vermelha iluminada com luz monocromática verde.

Pigmentação pura: coloração que proporciona a reflexão da luz de apenas uma cor.

Luz monocromática: luz de uma única cor.

É comum vermos objetos com uma cor diferente das que compõem o espectro visível, como a cor marrom. Esses objetos têm a propriedade de refletir mais de uma cor, fazendo com que nossos olhos percebam uma mistura das cores refletidas.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

Marcos Anand/Pulsar Imagens



- A natureza da luz.
- A faixa de luz visível no espectro eletromagnético.
- Fontes de luz primária e secundária.
- Feixes de luz em cônicos convergentes, cônicos divergentes e cilíndricos.
- Os meios: transparente, translúcido e opaco.
- Os três princípios básicos da Óptica geométrica.
- Sombra e penumbra.
- Reflexão regular da luz, difusão da luz e refração da luz.
- Absorção da luz.
- As cores.

Matéria e Energia

Capítulo 10 • Luz e cores 153

Orientações didáticas

Ao abordar o tópico “As cores que vemos”, retome os conceitos sobre as cores primárias, estudados na página 151. Reforce que a visualização das cores depende da cor que ilumina o objeto e da cor que ele reflete.

Aproveite para comentar que a luz é essencial para a manutenção da vida das plantas e, consequentemente, de todos os seres vivos do planeta. Relembre os estudantes de que as folhas das plantas contêm clorofila, que capta a energia luminosa, utilizada para produzir carboidratos e gás oxigênio a partir de água e gás carbônico, em uma reação química chamada fotossíntese.

Indicações de sites

(acesso em: 26 out. 2018)

Caso queira se aprofundar no estudo das cores dos objetos, sugerimos o acesso aos seguintes endereços eletrônicos:

- Absorção da luz e transparência dos objetos. Disponível em: <<https://fisc4.wordpress.com/2015/05/03/absorcao-da-luz-e-transparencia-de-objetos/>>.
- A ciência das cores. Disponível em: <www.instituto.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1095&sid=9>.
- Exposição de aula sobre as cores da luz. Disponível em: <<https://sites.ifi.unicamp.br/brasil/files/2013/12/EXPOSICAO-COR-aula.pdf>>.
- Fatores psicológicos a respeito das cores. Disponível em: <www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Cor/luz_e_cor_.pdf>.



No Material Digital do Professor você encontrará a proposta de **Sequência didática “As cores dos objetos”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Respostas e comentários
das questões

Pense e resolva

1. b) Só pode ser visto num ambiente perfeitamente escurecido um objeto que se caracteriza como uma fonte de luz primária. O resistor de uma torradeira elétrica ligada transforma energia elétrica em energia térmica e luminosa, tornando-se uma fonte de luz primária.
2. Veja a reprodução do livro do estudante.
3. a) Veja a reprodução do livro do estudante.
- b) O eclipse total do Sol ocorre quando a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra e não possibilita que a luz solar chegue por completo a um observador localizado no cone de sombra (umbra).
- c) O eclipse parcial do Sol ocorre quando a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra e permite que parte da luz solar chegue a um observador localizado no cone de penumbra.
4. a) Meio transparente, pois permite a propagação da luz, sendo possível ter uma visão nítida dos objetos em seu interior.
- b) Refração da luz. Os feixes luminosos mudam de meio de propagação [ar-água e água-ar], sofrendo refração.

5 e 6. Veja a reprodução do livro do estudante.

Síntese

Explique aos estudantes o significado da inscrição "NEGO" na bandeira da Paraíba, evitando assim qualquer forma de brincadeira que possa constranger quem quer que seja. Trata-se de uma oportunidade interdisciplinar com História. Leia o texto complementar abaixo.

PENSE E RESOLVA

- 1 Qual dos objetos pode ser visto em um ambiente perfeitamente escurecido? *Alternativa b.*
 - a) Um espelho.
 - b) O resistor de uma torradeira elétrica ligada.
 - c) Uma camiseta branca.
 - d) O olho de um gato.
 - e) Um prisma de vidro.

2 Considere as situações descritas a seguir.

- I. Se Priscila enxerga Rafael por meio de um espelho plano, Rafael, olhando para o mesmo espelho, também consegue ver Priscila.
- II. Em uma sala inicialmente escura, se uma pessoa aproximar uma das mãos de uma vela acesa, pode-se observar a formação da sombra da mão em uma parede.
- III. Durante a apresentação de alguns shows, os holofotes produzem feixes de luz que, mesmo após o cruzamento entre eles, não mudam as respectivas colorações.

No caderno, associe cada situação com os princípios da Óptica geométrica:

I – C; II – A; III – B.

- A. Propagação retilínea da luz.
- B. Independência dos raios de luz.
- C. Reversibilidade da luz.

3 Com base nos conceitos da Óptica geométrica, responda:

- a) Durante um eclipse, o Sol se comporta como fonte luminosa puntiforme ou extensa?
O Sol se comporta como fonte luminosa extensa.
- b) O que significa eclipse total do Sol e em qual região ele pode ser observado?
Resposta nas Orientações Didáticas.
- c) O que significa eclipse parcial do Sol e em qual região ele pode ser observado?
Resposta nas Orientações Didáticas.

4 A luz proveniente do Sol atinge o fundo de uma piscina com água cristalina permitindo a visão perfeita de uma moeda no seu interior. Nessa situação:

- a) A água é um meio transparente, translúcido ou opaco? Justifique.
Resposta nas Orientações Didáticas.
- b) Os feixes luminosos que passam do ar para a água e da água para o ar sofrem reflexão especular, reflexão difusa ou refração? Justifique.
Resposta nas Orientações Didáticas.

5 Identifique nos casos abaixo os fenômenos ópticos predominantes:

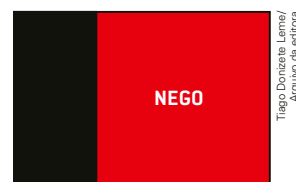
- a) Uma pessoa observando uma parede branca. *Reflexão difusa.*
- b) Pessoa se vendo no espelho. *Reflexão especular.*
- c) Um gato observando um peixe no interior de um aquário. *Refração.*
- d) A luz que incide no asfalto em um dia ensolarado. *Absorção.*

6 Um rapaz usa uma camisa listrada com faixas intercaladas pelas cores azul, branca e verde. Ele entra em um recinto fotográfico onde a iluminação é feita unicamente por luz monocromática vermelha. Considerando que as faixas azuis e verdes fossem constituídas por pigmentos puros, como seria vista a camisa nesse recinto?

Seria vista com listras vermelhas e pretas. A faixa branca seria vista vermelha e a azul e a verde seriam vistas pretas.

SÍNTESE

Considere a bandeira do estado da Paraíba pintada com pigmentos puros e iluminada com luz branca:



- a) As cores que vemos estão relacionadas a qual(is) fenômeno(s) óptico(s)?
Reflexão e absorção da luz.
- b) Se a bandeira é iluminada com luz branca, por que vemos parte da bandeira em vermelho, parte em preto e a inscrição "NEGO" em branco?
Resposta nas Orientações Didáticas.
- c) Se a bandeira fosse iluminada com luz monocromática verde, como seriam vistas a parte preta, a parte vermelha e a inscrição "NEGO"?
Resposta nas Orientações Didáticas.

Texto complementar

A palavra 'nego' vem do verbo negar e representa o protesto do ex-governador paraibano João Pessoa (1878-1930), que não aceitou a candidatura presidencial de Júlio Prestes (1882-1946). Durante seu governo, vigorava a aliança 'café-com-leite', ou o revezamento entre São Paulo e Minas Gerais no poder. Quando em 1929 o paulista Washington Luiz (1869-1957) rompeu o acordo e indicou o conterrâneo Prestes para o cargo em vez de um mineiro, Pessoa informou ao presidente em um telegrama que negava apoio, para formar uma aliança com Minas e lançar-se como vice do gaúcho Getúlio Vargas (1883-1954).

No dia 26 de julho de 1930, Pessoa foi morto pelo advogado e jornalista João Dantas, crime que desencadeou a Revolução de 1930 e culminou com a deposição de Luiz. As cores da bandeira fazem alusão ao assassinato: o vermelho representa o sangue do governador e o preto, o luto por sua morte.

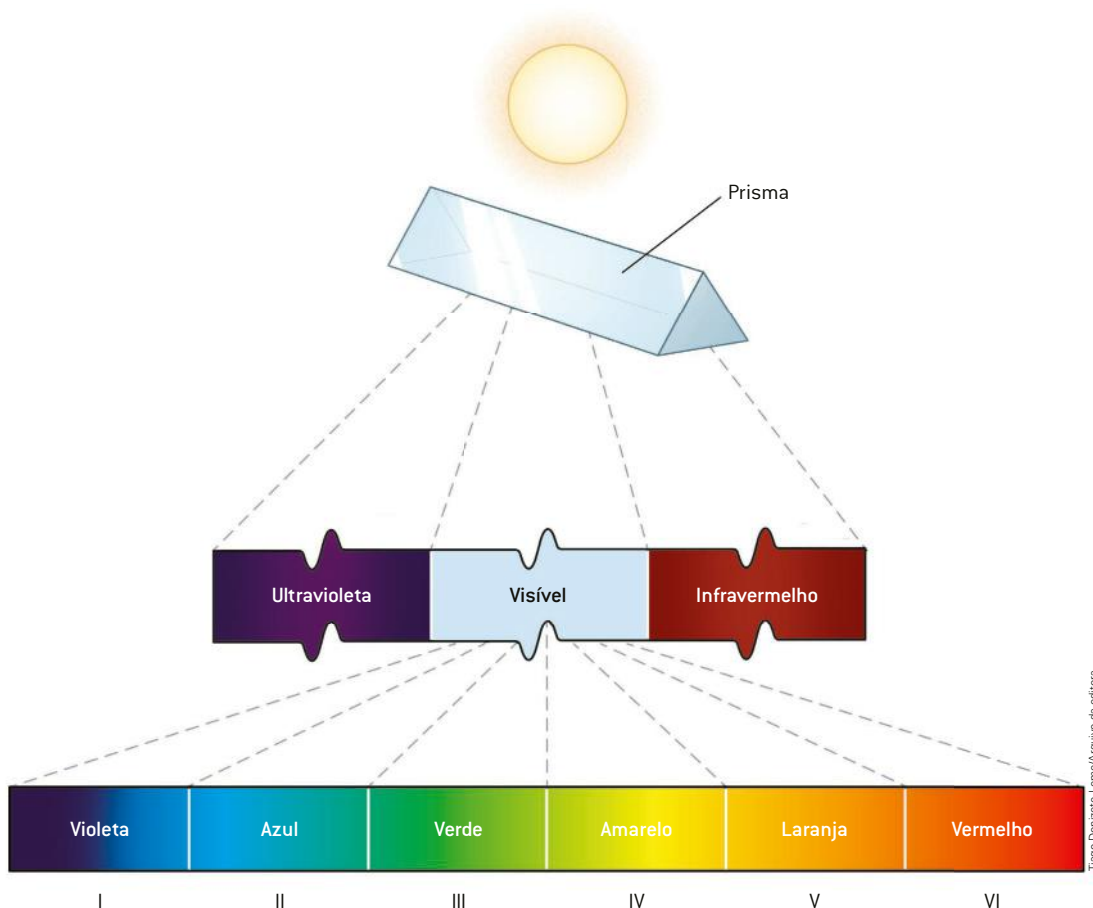
ALMEIDA, Horácio de. História da Paraíba. Ed. Universitária da UFPB. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT611093-1716-2,00.html>> (acesso em: 23 nov. 2018).

DESAFIO

A luz solar é constituída pelo espectro visível da luz, ou seja, é composta das sete cores do arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

Estando normalmente expostas à luz solar, as plantas recebem todos os tipos de cores de luz. No entanto, a clorofila somente consegue absorver energia de algumas cores de luz.

Considere uma situação em que um feixe de luz solar atravessa um prisma de vidro, dispersando-se em diversas cores conforme a situação a seguir:



[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Em cada uma das regiões de I a VI foram colocadas plantas iguais, que eram iluminadas apenas com a luz proveniente da dispersão da luz solar que ocorria no prisma.

Responda: [Respostas nas Orientações Didáticas.](#)

- As cores de luz não serão igualmente aproveitadas pelas plantas. Com base nos conceitos que você estudou neste capítulo, justifique por que isso ocorre.
- É possível afirmar que em uma das regiões a planta praticamente não se desenvolverá? Que região é essa? Justifique.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Desafio

- As plantas apresentam cores, mas predominantemente a cor verde. A cor vista representa que ela está sendo refletida pela planta, ou seja, não está sendo aproveitada.
- É bem provável que na região III a planta não se desenvolverá, pois está sendo iluminada apenas com a cor verde, ou seja, a cor que é predominantemente refletida pelas plantas. Dessa forma, muito pouca ou quase nenhuma luz será aproveitada no processo da fotossíntese.



- Veja a reprodução do livro do estudante.
- A parte vermelha é assim vista porque nessa região há reflexão da luz vermelha e absorção das demais cores. Já a parte preta é vista porque nessa região há absorção de todas as cores. A inscrição "NEGO" é vista branca porque não há reflexão de todas as cores nessa região.
- A parte preta seria vista preta, a parte vermelha também seria vista preta e a inscrição "NEGO" seria vista verde.

Solicite aos estudantes que providenciem antecipadamente os materiais utilizados na elaboração dos canhões de luz.

Para esta atividade prática, organize a turma em grupos de quatro ou cinco estudantes. Cada um deles ficará responsável pela elaboração de um canhão de luz.

Caso seja solicitado aos estudantes que montem seus canhões de luz em casa, alerte-os para a importância de um adulto supervisionar a atividade. Se for feita em sala de aula, certifique-se de acompanhar a elaboração.

Uma alternativa à montagem dos canhões de luz é utilizar lanternas e papel-celofane nas cores vermelha, azul e verde. Apesar de as intensidades luminosas das lanternas serem menores, é possível conseguir um bom resultado com elas.

PRÁTICA

Investigando as cores

Objetivos

Investigar a composição de cores de luz a partir das cores primárias e verificar as cores dos corpos expostos a diferentes cores de luz.

Material

- 1 lâmpada branca de 3 W a 5 W
- 1 lâmpada vermelha de 3 W a 5 W
- 1 lâmpada verde de 3 W a 5 W
- 1 lâmpada azul de 3 W a 5 W
- 4 bocais (soquetes) para as lâmpadas
- 4 interruptores de luz de abajur (externo)
- 4 plugues de tomada
- 4 m de fio paralelo (2 x 1 mm²) para ligar as lâmpadas
- Fita isolante
- Fita-crepe ou fita adesiva
- Papel-cartão nas cores branca, vermelha, verde, amarela e preta
- Papel kraft
- Ferramentas para confeccionar os canhões de luz (alicate universal, chave de fenda ou Phillips)

Procedimento

Montagem dos canhões de luz

1. Corte o fio em 4 pedaços de 1 m, um para cada canhão de luz.
2. Descasque uma das extremidades dos fios do bocal e uma das extremidades do fio paralelo para ligá-los ao interruptor.



Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

3. Descasque a outra extremidade dos fios do bocal e do fio paralelo e emende-os. Utilize a fita isolante como isolador.



4. Descasque as outras extremidades do fio paralelo e ligue-as ao plugue de tomada.



5. Encaixe a lâmpada no bocal.



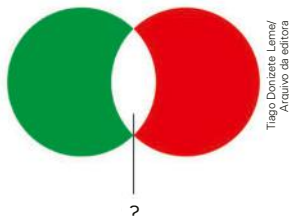
6. Corte um pedaço de papel kraft e enrole-o de forma a criar um canudo para ser encaixado na lâmpada. Repita o procedimento com as demais lâmpadas.



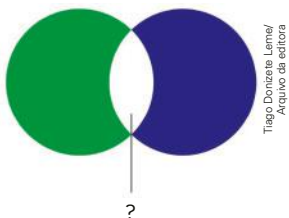
Discussão final

Investigando a cor da luz

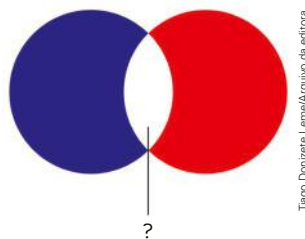
1. Fixe uma folha de papel branco na parede.
2. Em um ambiente totalmente escurecido, acenda simultaneamente o canhão vermelho e o canhão verde, projetando sua luz sobre a folha de papel branco, de modo que uma luz intersecciona a outra na parte central. Qual a cor observada na intersecção das duas cores? **Amarelo.**



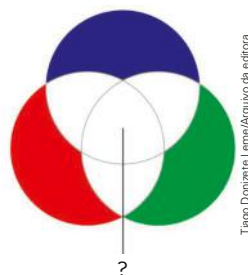
3. Repita o procedimento, acendendo simultaneamente o canhão verde e o canhão azul. Qual a cor observada na intersecção das duas cores? **Ciano.**



4. Acenda simultaneamente o canhão vermelho e o canhão azul. Qual a cor observada na intersecção das duas cores? **Magenta.**



5. Acenda simultaneamente os três canhões de luz. Qual a cor observada na intersecção das três cores? **Branco.**



Investigando a cor dos objetos

6. Fixe na parede um pedaço de papel-cartão de cada uma das cores (branco, vermelho, verde, amarelo e preto).
7. Em um ambiente totalmente escurecido, acenda um canhão de luz de cada vez e observe as cores dos papéis-cartão. Reproduza o quadro abaixo em seu caderno e preencha-o com as cores observadas nos cartões.

	Cartão branco	Cartão vermelho	Cartão verde	Cartão amarelo	Cartão preto
Luz branca	branco	vermelho	verde	amarelo	preto
Luz vermelha	vermelho	vermelho	preto	preto	preto
Luz verde	verde	preto	verde	preto	preto
Luz azul	azul	preto	preto	preto	preto

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Prática

Orientar os estudantes na realização das atividades práticas (“Investigando a cor de luz” e “Investigando a cor dos objetos”).

Sugerimos que o ambiente esteja totalmente escurecido antes de realizar a apresentação. Caso isso seja inviável, é possível realizar o experimento dentro de uma caixa grande de papelão com um orifício para a observação.

Ao final das atividades, corrija as questões propostas coletivamente.

Discussão final

2, 3, 4, 5 e 7. Veja a reprodução do livro do estudante.

Habilidade da BNCC

(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender a propriedade fundamental das ondas: transporte de energia sem transporte de matéria.
- Classificar as ondas de acordo com sua natureza (mecânica ou eletromagnética).
- Caracterizar as ondas periódicas por meio dos seus elementos – comprimento de onda e amplitude.
- Compreender as grandezas periódicas – período e frequência.
- Relacionar as grandezas periódicas com o comprimento de onda e velocidade de propagação da onda por meio da equação fundamental da ondulatória.
- Realizar cálculos com a equação fundamental da ondulatória.
- Caracterizar as ondas sonoras.
- Identificar as qualidades fisiológicas das ondas sonoras.
- Reconhecer o espectro sonoro audível do ser humano.
- Compreender alguns fenômenos ondulatórios.
- Compreender as transformações de energia associadas à transmissão de som e imagem.

Objeto de conhecimento

- Radiações e suas aplicações na saúde.

Capítulo

11



Ondulatória



Vetmano/FotoArena

Pessoas assistindo ao jogo de futebol entre a seleção brasileira e a seleção da Croácia na Copa do Mundo de 2014. Telão montado no Recife (PE).

A Copa do Mundo de Futebol é um dos maiores eventos esportivos. Ela ocorre a cada quatro anos e mobiliza várias pessoas ao redor do mundo. O futebol faz parte da cultura brasileira e, durante os jogos do Brasil, a maioria das pessoas fica atenta à partida e torcendo pelo bom desempenho da nossa seleção.

No entanto, nem todos os torcedores podem comparecer aos estádios de futebol, mas há como acompanhar o jogo por meio de transmissões ao vivo. Como é possível acontecer essa transmissão? Como o som da torcida que está no estádio de futebol chega quase que instantaneamente até nossa casa? Como essas imagens são transmitidas?

Neste capítulo estudaremos alguns aspectos dos mecanismos que envolvem a transmissão e a recepção de imagens e de sons, e assim poderemos responder a essas e a outras perguntas.

158

Problematização/Conhecimentos prévios

Analise com os estudantes a imagem de abertura do capítulo. Em seguida, para avaliar os conhecimentos prévios deles sobre ondulatória, proponha alguns questionamentos: “Por que vemos primeiro o relâmpago e só após algum tempo ouvimos o trovão?”; “Como o ser humano consegue distinguir os diferentes tipos de som?”; “Os animais ouvem da mesma maneira que o ser humano?”; “Como funcionam os sistemas de comunicação?”; “Como são transmitidos som e imagem?”.

Depois de acolher os apontamentos dos estudantes, enfatizando que as respostas a essas perguntas serão respondidas ao longo deste capítulo, complemente a conversa com a pergunta: “O que o som do trovão, a luz do relâmpago, os sistemas de comunicação, o telefone celular, etc. apresentam em comum?”. A ideia é que todos eles tenham em mente que esses elementos e fenômenos envolvem a presença e a captação de ondas. Nesse momento, não é necessário diferenciar ou classificar as ondas, basta chamar a atenção para a presença delas no cotidiano dos estudantes.

► Ondas

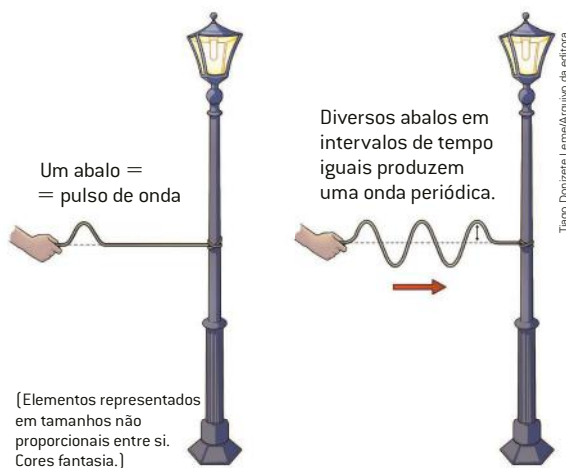
Aparelhos de TV e de rádio, radares, antenas, satélites, celulares, instrumentos musicais e aparelhos de som têm uma característica em comum: todos eles se utilizam de ondas para o seu funcionamento. Porém, as ondas associadas a um elemento de comunicação podem não ter as mesmas características das ondas associadas a outro elemento de comunicação. Por exemplo, as ondas de um sonar diferem das ondas transmitidas via satélite.

Para entender melhor essas diferenças, vamos estudar o que são as ondas e suas propriedades.

Se alguém segurar uma corda esticada, presa em uma extremidade, e depois movimentar a mão, provocando um pequeno abalo na extremidade solta da corda, o abalo se propagará ao longo dela. Esse abalo é denominado **pulso de onda**.

Se agora essa pessoa provocar diversos abalos repetidos, em tempos iguais, acabará produzindo uma **onda periódica**. O som e a luz são exemplos de ondas periódicas.

Imagine uma piscina com a superfície da água tranquila na qual cai uma pequena bola de gude. A queda da bolinha provoca na água uma perturbação, ou seja, ela transmite energia para as partículas da água [acompanhe na fotografia abaixo]. Essa energia é transportada pelas ondas que se formam, fazendo com que uma flor que flutua na superfície da água oscile para cima e para baixo. A flor não se desloca na horizontal; somente na vertical. Esse fato é explicado pela propriedade fundamental das ondas; que é o transporte de energia sem transporte de matéria.



A perturbação na água não desloca a flor na horizontal.

■ Neste capítulo

Serão apresentados os conceitos de onda e pulso, reforçando a propriedade fundamental da onda, isto é, o transporte de energia sem transporte de matéria.

O estudo da ondulatória serviu de base para explicações de alguns fenômenos da natureza que envolvem transformações de energia, permitindo caracterizá-los, interpretá-los e reproduzi-los.

As ondas são classificadas por sua natureza, sendo mecânicas ou eletromagnéticas, e se caracterizam por sua amplitude e comprimento. Período e frequência são duas grandezas que definem o comportamento periódico de uma onda.

A natureza das ondas faz com que elas sejam diferenciadas e estudadas de maneiras distintas, principalmente no que diz respeito à frequência e à velocidade de propagação. Os melhores exemplos para esta abordagem são as ondas sonoras (mecânica) e a luz (eletromagnética).

Para iniciar esse estudo, sugerimos conceituar onda como a perturbação de uma grandeza física. Cite como exemplo o caso de uma pedrinha jogada sobre a superfície plana da água de uma piscina ou de um lago. Outra abordagem interessante é utilizar o segundo exemplo, perguntando aos estudantes se eles já viram, em estádios de esportes, uma *ola*. Diga a eles que *ola* é onda em espanhol. Proponha que se faça uma *ola* na sala de aula da mesma maneira que se faz nos estádios. Apesar de parecer brincadeira, aproveite o momento de descontração para, ao fazer uma onda “bem-feita”, adentrar o conceito de perturbação ondulatória. Repita a elaboração da *ola* até que fique sincronizada. Explique que uma *ola* bem sincronizada está próxima de uma onda periódica, pois ela se repete uniformemente de tempos em tempos.

Orientações didáticas

Apresente as características das ondas periódicas usando novamente a *ola* como exemplo. Represente no quadro de giz uma onda periódica e, a partir dela, faça as associações de seus elementos com a *ola* criada em sala de aula. A amplitude pode ser exemplificada pela altura que o braço se eleva. A mão do braço levantado representa a crista da onda, e o braço abaixado representa o vale da onda. Ainda utilizando a *ola* como referência, comente que, como a onda se repete a cada fileira, a distância entre as fileiras representa o comprimento de onda.

Ao final desta página, são abordados importantes conceitos como “amplitude”, “crista” e “vale”. Assegure-se de que os estudantes estão hábeis para identificar esses elementos de uma onda periódica, uma vez que eles constituem bases para a compreensão de ondulatória.

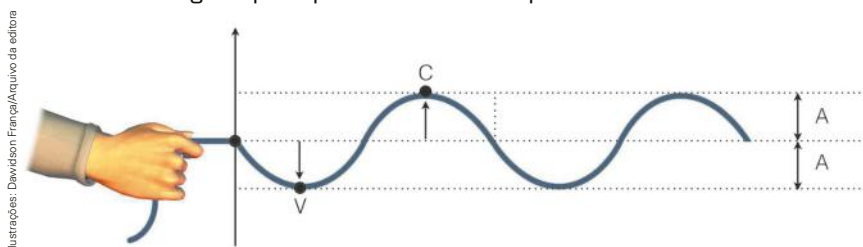
Torcida fazendo a *ola* na partida entre Dinamarca e França na Copa do Mundo da Rússia, em 2018.



Marco Iacobucci: EFP/Shutterstock

Elementos de uma onda periódica

Observe a figura que representa uma onda periódica:



Ilustrações: Davidson França/Arquivo da editora

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

A intensidade da perturbação é medida por sua **amplitude**, representada por **A** na figura.

Na figura também é possível identificar dois pontos, **C** e **V**, que representam a **crista** e o **vale** da onda, respectivamente.

Como os pulsos (oscilações) se repetem, é possível definir a medida do comprimento de uma oscilação, que é uma informação importante para o estudo da onda. Essa medida é chamada **comprimento de onda** e é representada pela letra grega lambda (λ).

No SI, a unidade usada para medir comprimento de onda é o metro.

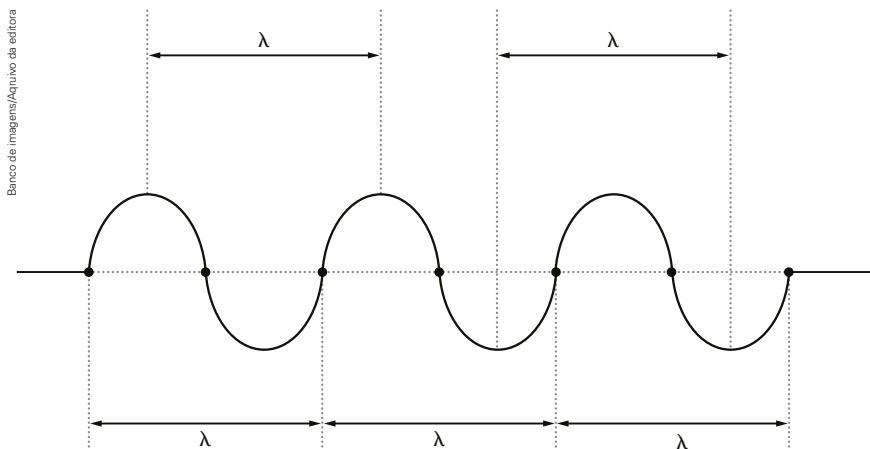
Amplitude:

altura da onda contada a partir do seu ponto médio.

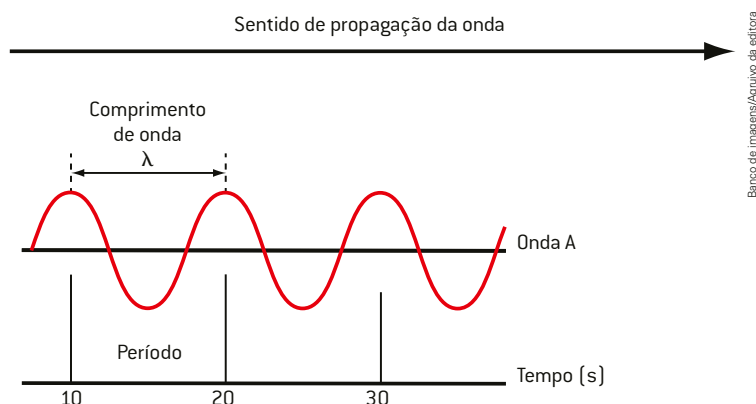
Crista: é o ponto mais alto de uma onda.

Vale: é o ponto mais baixo de uma onda.

O comprimento de uma onda é a distância percorrida por ela durante uma oscilação. Em outras palavras, é a distância entre dois pontos **consecutivos** e correspondentes, como a distância entre duas cristas consecutivas, ou ainda entre dois vales consecutivos.



Um elemento que pode ser associado ao comprimento de onda é o **período (T)**.



Na onda representada nessa ilustração, o período (T), intervalo de tempo de apenas uma oscilação, é 10 s e pode ser determinado pelo intervalo de tempo entre duas cristas ou dois vales consecutivos.

Com base na ilustração anterior, podemos determinar outro elemento das ondas. Imagine que ela represente uma onda se propagando na água e que, em determinado ponto, tivéssemos colocado uma boia sobre a água.

A cada 10 segundos (1 período), essa boia desceria e subiria até atingir determinado ponto, o que corresponde a uma onda completa; a cada 10 segundos passa uma crista por esse ponto. Como o período dessa onda é de 10 segundos, conclui-se que o número de ondas completas ou o número de cristas que passam nesse ponto no intervalo de tempo de 1 minuto (60 segundos) é igual a 6.

Consecutivo:
que se segue,
um após o outro.

Período (T):
corresponde
ao intervalo de
tempo gasto
na propagação
de um
comprimento
de onda.

Orientações didáticas

Comente que a *ola* criada em sala de aula pode ser alterada a partir do tempo que cada um leva para levantar o braço. Para exemplificar, proponha aos estudantes o seguinte questionamento: "Como seria a nossa *ola* em câmera lenta?". Explique que, ao levantar os braços mais lentamente, o tempo do pulso é maior.

Então, apresente o intervalo de tempo de um pulso como o período da onda, lembrando-os de que essa é uma grandeza periódica.

Indicação de site

(acesso em: 25 out. 2018)

A partir da experiência do Prato de Chladni é mostrado como diferentes ondas sonoras podem ser percebidas ao se vibrar um prato com areia em cima, formando padrões geométricos interessantes.

Como ouvir com os olhos? Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=xjQH9Zx-jsY>.

Orientações didáticas

Pergunte: “Quantos pulsos foram gerados com a nossa *ola*? Em quanto tempo?”. Essas indagações possibilitam a consolidação do conceito de frequência. As respostas devem remeter à repetitividade dos pulsos, o que define a frequência de uma onda. Aproveite essa oportunidade para relacionar período e frequência.

Comente com os estudantes que a frequência é uma grandeza física muito utilizada na caracterização de movimentos repetitivos. Os motores, por exemplo, utilizam frequência para descrever a “velocidade de rotação” e, neste caso, é bastante comum se utilizar a unidade rpm (rotações por minuto). O hertz (Hz) é equivalente a rps (rotações por segundo) e 1 Hz corresponde a 60 rpm.

Outro exemplo de aplicação da frequência é a caracterização da pulsação cardíaca. Em atividades físicas, é comum o controle da pulsação cardíaca (batimento cardíaco) para evitar o estresse físico desnecessário.

Retome mais uma vez o exemplo da *ola* e pergunte: “O que fazer para aumentar a velocidade da *ola*, ou seja, como fazer com que ela se propague mais rapidamente?”. Avalie as respostas dos estudantes e conduza a reflexão no que diz respeito à relação entre as grandezas periódicas e à velocidade de propagação da onda. Espera-se que eles percebam que, para que a onda se propague mais rapidamente, é necessário que o pulso se repita mais rapidamente. Aproveite essa oportunidade para enfatizar a relação entre período e frequência.

Frequência (f): número de oscilações completas que passam por um ponto em um intervalo de tempo.

O número de ondas completas (ou cristas, ou ainda vales) que passam por um ponto em um determinado intervalo de tempo é chamado **frequência (f)**.

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Em que:

f: frequência

n: número de oscilações (pulsos)

Δt : intervalo de tempo

Utilizaremos neste cálculo as unidades do SI:

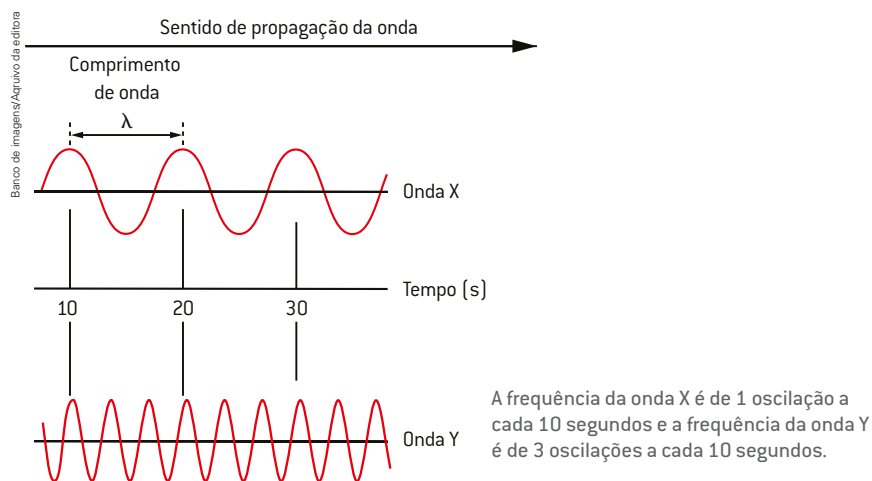
Intervalo de tempo: s

Unidade de frequência: hertz (Hz)

1 Hz equivale a 1 oscilação por segundo.

O hertz (Hz) é a unidade de frequência do SI, embora, muitas vezes, seus múltiplos sejam mais usados que ele. Veja alguns exemplos e suas relações com o Hz:

- quilohertz: kHz = 1000 Hz ou 10^3 Hz
- megahertz: MHz = 1000 000 Hz ou 10^6 Hz
- gigahertz: GHz = 1000 000 000 Hz ou 10^9 Hz



A frequência é uma das características mais importantes das ondas. É a partir da frequência que se determina o espectro de ondas sonoras e eletromagnéticas.

A relação entre o período (T) e a frequência (f) pode ser determinada a partir da definição do próprio período, ou seja, em uma oscilação ($n = 1$), o intervalo de tempo é de 1 período ($\Delta t = T$). Assim:

$$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{1}{T}$$

As grandezas período e frequência são chamadas de **grandezas periódicas**.

Indicação de site (acesso em: 25 out. 2018)

Caso queira se aprofundar no estudo sobre a frequência cardíaca, sugerimos o acesso ao seguinte endereço eletrônico:

Qual é o limite máximo e o mínimo para os batimentos cardíacos? Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-o-limite-maximo-e-o-minimo-para-os-batimentos-cardiacos/>>.

Velocidade de propagação de uma onda

A velocidade de um objeto é a relação entre o deslocamento e o intervalo de tempo gasto para realizá-lo. Para determinarmos a velocidade de uma onda, iremos utilizar uma relação semelhante.

Considerando que o comprimento de onda (λ) corresponde ao deslocamento e que o período (T) corresponde ao intervalo de tempo gasto para realizá-lo, temos:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Como o período (T) é o inverso da frequência (f), a equação para se determinar a velocidade de uma onda pode ser expressa por:

$$v = \lambda \cdot f$$

Utilizaremos neste cálculo as unidades do SI:

Período (T): s

Frequência (f): Hz

Comprimento de onda (λ): m

Velocidade: m/s

Agora vamos colocar em prática o uso dessas equações.

Vamos calcular a frequência de uma onda sonora emitida pela sirene de uma ambulância, com comprimento de onda de 0,34 metro (m), considerando que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s.

$$v = 340 \text{ m/s}; \lambda = 0,34 \text{ m}; f = ?$$

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,34 \text{ m} \cdot f$$

$$f = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,34 \text{ m}} \Rightarrow f = \frac{1000}{\text{s}}$$

Esse valor de frequência significa que essa onda oscila 1 000 vezes por segundo, ou seja, 1 000 Hz.

Natureza das ondas periódicas

De acordo com sua natureza, as ondas podem ser mecânicas ou eletromagnéticas.

- **Mecânicas:** necessitam de um meio material (sólido, líquido ou gasoso) para a sua propagação. Como a energia da onda que se propaga é do tipo mecânica (potencial e cinética), evidentemente essas ondas não podem ser geradas no vácuo. Por isso, não ouvimos o som provocado pelo toque de um despertador colocado dentro de uma campânula de vidro de onde foi retirado o ar (vácuo). Exemplos de ondas mecânicas são as ondas sonoras, as ondas na água, as ondas em uma mola ou em uma corda.



O som precisa de um meio material para se propagar.

mimaga photography/Shutterstock

Matéria e Energia



Capítulo 11 • Ondulatória 163

Orientações didáticas

Apresente a equação da velocidade de propagação de uma onda, chamando a atenção dos estudantes para os exemplos práticos apresentados nesta página.

Na sequência, inicie a apresentação do tópico “Natureza das ondas periódicas” solicitando aos estudantes que elaborem, no caderno, um quadro com duas colunas: “Ondas que precisam de um meio material para se propagar” e “Ondas que não precisam de um meio material para se propagar”. Preencham o quadro coletivamente, com exemplos cotidianos. Sua orientação é fundamental nesse momento, a fim de que não sejam realizadas classificações incorretas. Veja alguns exemplos de ondas e sua classificação a seguir.

Ondas que precisam de um meio material para se propagar:

- Som;
- Ondas na água;
- Ondas em cordas;
- Ultrassom;
- Sonar;
- Terremotos.

Ondas que não precisam de um meio material para se propagar:

- Luz;
- Micro-ondas;
- Ondas de rádio;
- Sinal de celular;
- Ondas de TV;
- Radar;
- Infravermelho;
- Ultravioleta;
- Raios X;
- Raios γ .

Explique aos estudantes que esse critério possibilita a classificação das ondas em mecânicas ou eletromagnéticas. Esclareça que as que precisam de um meio material para se propagar são ondas mecânicas, e as que não precisam são as ondas eletromagnéticas. Ressalte ainda que as ondas eletromagnéticas apresentam velocidades substancialmente maiores que as ondas mecânicas.

Indicação de leitura

Para se aprofundar no estudo das ondas, sugerimos a leitura do artigo a seguir.

BORGES, Patrícia Duro. **Apostila de Física**. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/caiovasconcelos/downloads/ensino-medio/ondas-optica-e-acustica-ufsm>> [acesso em: 25 out. 2016].

Orientações didáticas

Comente com os estudantes que a acústica é a área da Física dedicada ao estudo das ondas sonoras.

Para iniciar os estudos sobre esse tema, proponha as seguintes perguntas: “O que é o som?”; “Como criar som?”; “Como os instrumentos musicais geram som?”; “Como diferenciar um som de outro?”. Permita que os estudantes reflitam um pouco a esse respeito e conduza as colocações deles, esclarecendo que essas perguntas serão respondidas nas próximas páginas.

Nesse momento, é interessante antecipar a realização da atividade de construção do modulador de som sugerido na *Prática* da página 175 para auxiliar o entendimento dos estudantes a respeito do som. Coloque alguns grãos de arroz sobre a membrana e fale nas proximidades da lata. A membrana deve vibrar e fazer com que os grãos de arroz se movimentem. A partir dessa exposição, associe a produção do som com a variação da pressão do ar, deixando-o ora mais comprimido, ora mais rarefeito.

Caso você tenha tempo e disponibilidade, sugerimos o desenvolvimento da atividade prática a seguir, que aborda a velocidade de propagação do som em sólidos.

Atividade prática complementar

Construindo um telefone de latinhas

Material

- 2 latinhas metálicas (de ervilha, leite condensado, molho pronto, por exemplo) ou dois copos de plástico resistentes com um furo no fundo, para passar o barbante.
- 3 a 6 metros de barbante (não muito fino).

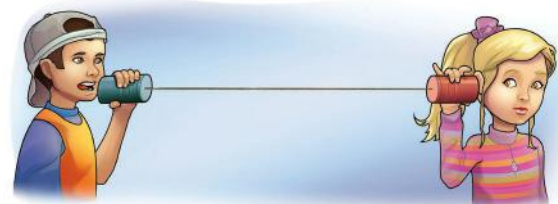
Procedimentos

1. Passe a ponta do barbante através do furo de cada lata (ou copo plástico) e faça um nó grosso para prendê-lo, como mostra a figura.

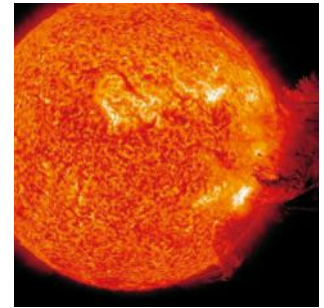


2. Com o fio bem esticado, fale dentro da lata ou bem próximo a ela e peça ao seu colega para colocar a outra lata na orelha, escutando sua fala. Não coloque a mão no barbante enquanto estiver falando nem o deixe frouxo.

Após a atividade, peça para os estudantes elaborarem uma explicação para o funcionamento do telefone de latinhas.



- **Eletromagnéticas:** derivam das variações em campos elétricos e magnéticos e não necessitam, obrigatoriamente, da presença de um meio material para se propagar. Essas ondas podem se propagar no vácuo (ausência de matéria) com velocidade de 300 000 km/s ($3 \cdot 10^8$ m/s), e nos meios materiais transparentes a elas, porém com velocidade menor. Alguns exemplos de ondas eletromagnéticas são as ondas luminosas (luz), radiações solares, raios X, ondas de rádio e televisão, raios ultravioleta e infravermelho, micro-ondas, laser, ondas de radares, ondas de celulares, etc.



A luz e as radiações solares atravessam um grande espaço vazio (vácuo) até chegar à Terra e aos demais planetas do Sistema Solar.

Ondas sonoras

Quando, por exemplo, um violonista dedilha as cordas de seu violão, estas oscilam para cima e para baixo, “empurrando” e “puxando” o ar alternadamente. Esse movimento provoca compressões e expansões no ar em contato com as cordas, gerando ondas mecânicas que se propagam em todas as direções. Essas ondas são chamadas **ondas sonoras**.

Após atingir nossas orelhas, as ondas sonoras que estão na faixa de frequência de 20 Hz a 20 000 Hz fazem a membrana timpânica (tímpano) da orelha interna vibrar. A essa sensação auditiva se dá o nome de **som**. Assim, o ser humano é capaz de ouvir ondas sonoras que estão nesse intervalo de frequência.

Ilustrações: Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora

	Animal	Intervalo de frequência audível
	Ser humano	20 Hz – 20 000 Hz
	Gato doméstico	100 Hz – 32 000 Hz
	Cachorro	40 Hz – 46 000 Hz
	Elefante africano	16 Hz – 12 000 Hz
	Morcego	1 000 Hz – 150 000 Hz
	Roedor	70 Hz – 150 000 Hz

Além do ser humano, vários outros animais conseguem captar os sons. Alguns deles têm sensibilidade auditiva muito melhor que a do ser humano. Veja ao lado uma comparação entre as frequências captadas por diferentes animais.

Ondas sonoras com frequências abaixo de 20 Hz são chamadas **infrassom** e seu estudo é importante, por exemplo, na avaliação de terremotos e abalos sísmicos em geral. Ondas sonoras com frequências superiores a 20 000 Hz são chamadas **ultrassom** e apresentam várias aplicações na área de medicina e saúde.

A tabela representa o espectro das ondas sonoras, ou seja, o conjunto de frequências de ondas do ser humano e de alguns animais.

Fonte dos dados: Universidade de Calgary. Disponível em: <<https://www.ucalgary.ca/pip369/mod6/perceiving/mapping>> (acesso em: 12 nov. 2018).

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

UM POUCO MAIS

Ultrassonografia

A ultrassonografia ou ecografia é um exame de imagem utilizado com um aparelho que emite e capta ondas sonoras de alta frequência (ultrassom).

A partir da reflexão (eco) da onda emitida aos órgãos da pessoa, um computador transforma os sinais sonoros em imagens em tons de cinza em 2D e em 3D. Nessas imagens é possível verificar com precisão a composição de órgãos e tecidos moles, seus aspectos e as eventuais alterações em sua estrutura, lesões e presença de líquidos.

Amplamente utilizada no acompanhamento pré-natal por não ser invasiva e não provocar efeitos colaterais, a ultrassonografia também é utilizada na investigação e como primeira avaliação de órgãos internos como fígado, pâncreas, vesícula, rins e outros.

A ultrassonografia é muito utilizada em gestantes para acompanhar o desenvolvimento do bebê.



Khakimulin Aleksey/Shutterstock

As fontes sonoras, ou instrumentos que produzem som, podem ser de cordas (violão, violino, baixo, harpa, etc.), de membranas vibrantes (tambor, bumbo, surdo, prato, entre outros) e de colunas de ar (clarinete, órgão, saxofone, etc.).

A principal fonte sonora do ser humano são as **pregas vocais** (popularmente conhecidas como cordas vocais), estruturas músculo-membranosas localizadas na laringe, que vibram com a passagem do ar que sai dos pulmões.

A velocidade do som

Por ser uma onda mecânica, o som necessita de um meio material para a sua propagação. Geralmente ouvimos os sons que se propagam no ar, mas eles também podem se propagar em sólidos e líquidos. Comparativamente, sua propagação é melhor nos sólidos, porque as partículas estão mais próximas umas das outras.

Comparada à velocidade de propagação de uma onda eletromagnética, a velocidade do som é muito pequena. Ela depende das características do meio no qual a onda se propaga; dentre elas, a densidade e a temperatura. Observe a tabela abaixo.

Meio	Temperatura	Velocidade do som
Ar	0 °C	331 m/s
Ar	20 °C	343 m/s
Água	25 °C	1 493 m/s
Alumínio	25 °C	5 100 m/s
Vidro	25 °C	5 640 m/s
Ferro	25 °C	5 130 m/s

Fonte: Departamento de Física e Astronomia da Universidade Georgia State, Estados Unidos.
Disponível em: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/tables/soundv.html#c1>>
(acesso em: 30 jul. 2018).

Orientações didáticas

Monte no quadro de giz o espectro das ondas sonoras para o ser humano, esclarecendo que ele foi elaborado a partir de valores médios. Comente sobre a aplicação das ondas sonoras na Medicina, utilizando como exemplo os exames de audiometria e ultrassonografia. Na sequência, solicite aos estudantes que leiam o boxe *Um pouco mais*, que trata desse tema.

Na sequência, inicie a abordagem do tópico "A velocidade do som". Comente que em filmes antigos de faroeste era comum ver cenas em que os índios colocavam a orelha no chão para escutar os sons dos cascos dos cavalos dos inimigos e, assim, antecipar sua chegada. Isso é possível pois o som se propaga na terra firme mais rápido do que no ar. Em seguida apresente os dados com as velocidades do som em diferentes meios mostrados na tabela. Caso queira aprofundar os dados mostrados na tabela, comente também sobre as velocidades do som em outros meios:

- Hidrogênio (0 °C; 1 atm): 1 284 m/s;
- Granito: 6 000 m/s.



Orientações didáticas

Na apresentação das características fisiológicas do som, sugerimos levar para a sala de aula alguns instrumentos musicais ou objetos com os quais se possa produzir sons, como apitos, recipientes plásticos, latas, baldes, tampinhas de caneta, etc.

Organize a turma em grupos de 3 ou 4 estudantes e disponibilize para cada grupo dois objetos que gerem som, de preferência um que produza sons agudos e outro, sons graves.

Peça a cada grupo que diferencie os sons gerados pelos objetos. Por exemplo, deixando um apito e um balde com um grupo, oriente os integrantes com as seguintes perguntas, separadas de acordo com três situações:

I – Considerando que o som gerado quando se bate com a mão no fundo do balde e o som gerado pelo apito são “notas musicais”, elas apresentam a mesma frequência? Qual é o som mais grave?

II – Imagine que você queira que um amigo que se encontra a uma distância de 300 m ouça você batendo no fundo do balde. O que deve ser feito com relação à batida no balde para garantir que seu amigo ouça? Qual é a característica do som relacionada a isso?

III – É possível diferenciar o som do balde e do apito ou de qualquer outro objeto que emita som? É possível identificar seus colegas por suas vozes? Qual é a característica do som que permite isso?

Na situação I se trabalham conceitos envolvendo a altura do som, na situação II, conceitos envolvendo a intensidade do som e, na situação III, o timbre.

Caso considere pertinente, trabalhe mais essas características do som apresentando aos estudantes as informações do texto complementar ao lado.

Qualidades fisiológicas do som

Os seres humanos, em geral, têm a capacidade de distinguir o som por meio de três qualidades fisiológicas: altura, intensidade e timbre.

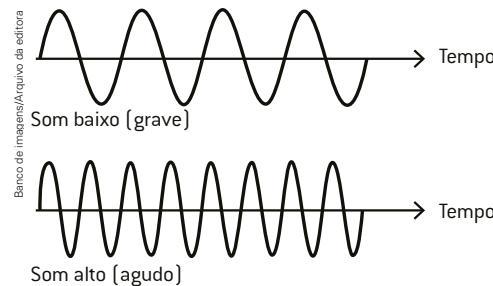
Vamos estudar a seguir essas qualidades.

Altura

Essa qualidade nos permite distinguir os sons graves e os sons agudos. A altura do som sempre dependerá da frequência da onda sonora.

O som grave apresenta menor frequência e, conseqüentemente, menor altura do que o som agudo.

Som grave $\Rightarrow$ menor frequência $\Rightarrow$ menor altura



As notas mais agudas de um violino têm frequência próxima a 2 000 Hz, e as notas mais graves de um piano têm frequência baixa, próxima a 100 Hz.

Intensidade

Essa propriedade nos permite distinguir um som forte [grande intensidade] de um som fraco [pequena intensidade]. A intensidade está relacionada com a energia de vibração da fonte sonora e com a amplitude das ondas. Quanto maior é a energia que a onda transporta, maior é a intensidade do som que a nossa orelha percebe. Assim, quanto mais intenso é o som, maior será a amplitude de suas ondas e mais forte ele será. Um som fraco, portanto, é um som menos intenso e com ondas de menor amplitude.

O nível de intensidade sonora é medido em uma unidade chamada bel, em referência ao cientista escocês **Graham Bell** (1847-1922), considerado o inventor do telefone. Mas na prática são mais usados os submúltiplos do bel, como o decibel [1 decibel = 1 dB = 0,1 bel].

Em rádios, aparelhos de som, televisores e celulares existe um controle de intensidade chamado **volume**. Mexendo com o volume, estamos alterando a intensidade do som.

Uma pessoa usando um megafone cria um som de muita intensidade. Já pessoas cochichando criam sons de baixa intensidade.

É preciso cuidado para não confundir som forte com som alto: um som **forte** é um som **intenso** (de grande amplitude), e um som **alto** é um som **agudo** (de alta frequência).

Texto complementar

As notas musicais

Os sons utilizados nas músicas, produzidos por instrumentos musicais, apresentam uma característica física marcante: a frequência. Para cada nota musical existe uma frequência bem definida, a frequência fundamental. Outra característica marcante também se faz presente: os harmônicos.

Os harmônicos são outros sons produzidos ao mesmo tempo, mas com frequências múltiplas inteiras da frequência fundamental.

A seguir, listamos as notas musicais e suas respectivas frequências, em (Hz):

- Dó [C]: 130,00.
- Dó# [C#] ou Ré_b [D_b]: 139,79.
- Ré [D]: 148,10.

O som pode causar poluição?

Atualmente a poluição sonora é considerada um dos grandes problemas da vida moderna, principalmente para os habitantes das grandes cidades. São considerados poluição sonora ruídos capazes de produzir incômodo ou causar danos à saúde auditiva.

A diminuição e a perda da audição são as consequências mais comuns da exposição ao excesso de ruído. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o limite tolerável da audição humana é de 65 dB. Ruídos acima de 85 dB podem causar comprometimento auditivo.

A tabela ao lado apresenta valores aproximados da intensidade do som emitido por algumas fontes sonoras.

Fonte: DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. São Paulo: Cetesb, 1992. In: Veículos leves sobre trilhos.

Decibel (dB)	Fontes de ruído
140	limite da dor
130	
120	jato
110	concerto de rock
100	britadeira
90	pequenos caminhões acelerando
80	via movimentada
70	barulho de escritório
60	escritório
50	privado
40	residencial
30	estúdio de rádio operando
20	cochilar
10	
0	limite da audição

Banco de imagens/Arquivo da editora

Timbre

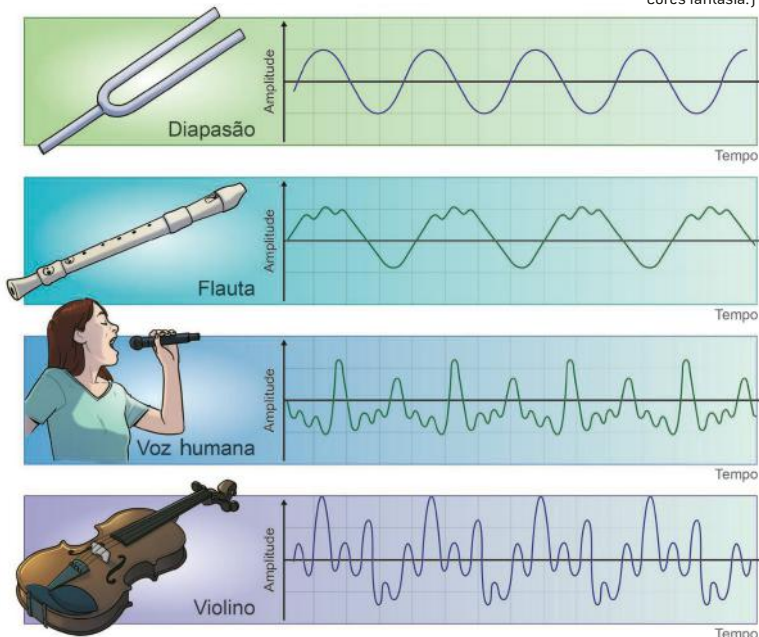
O ser humano é capaz de distinguir vários tipos de sons. Podemos diferenciar notas musicais específicas sendo tocadas por alguns tipos de instrumentos musicais, como o som do violão e do violino, do piano e do saxofone, ao tocarem a mesma nota musical. Um outro exemplo prático é quando conversamos com pessoas ao telefone e conseguimos identificá-las pela voz.

O timbre permite distinguir sons de mesma altura e mesma intensidade, ou seja, identificar as fontes sonoras. Isso é possível pois o timbre está associado à forma da onda emitida por uma fonte sonora. Cada fonte pode emitir um conjunto diferente de ondas, caracterizando os **timbres**.

Observe na imagem ao lado as formas das ondas associadas às suas fontes sonoras.

Cada fonte sonora apresenta um timbre.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



Tiago Dornate Leme/Arquivo da editora

Matéria e Energia

Orientações didáticas

Ao abordar a intensidade sonora, utilize o boxe *Em pratos limpos* para falar da poluição sonora e dos riscos de se utilizar fones de ouvido.

Apresentamos também alguns *links* e aplicativos (decibelímetro) para *smartphones* que podem ser utilizados para medir o nível de intensidade sonora e chamar a atenção dos estudantes sobre o tema.

Indicações de sites e aplicativos

(acesso em: 25 out. 2018)

Texto apresenta as frequências das notas musicais.

- Escalas musicais. Disponível em: <www.das.inpe.br/~alex/FisicadaMusica/fismus_escalas.htm>.

Texto e vídeo que apresentam a relação que existe entre música e matemática.

- Música e matemática. Disponível em: <www.profcardy.com/cardicas/musical.php>.

Ainda, caso seja de seu interesse e dentro das possibilidades, sugerimos os seguintes aplicativos para *smartphones*, disponíveis para Android e iOS:

- Decibelímetro: sound meter, Smart Tools co.
- Decibelímetro: Splend Apps
- Medidor de Decibéis: Tacoty App

- Ré# (D#) ou Mi_b (E_b): 156,95.
- Mi (E): 166,32.
- Fá (F): 176,22.
- Fá# (F#) ou Sol_b (G_b): 186,65.
- Sol (G): 197,77.
- Sol# (G#) ou Lá_b (A_b): 209,45.
- Lá (A): 222,02.
- Lá# (A#) ou Si_b (B_b): 235,22.
- Si: 249,27.

- Dó: 264,00.

São os harmônicos que definem a forma da onda criada, ou seja, são eles que formam o timbre, proporcionando um som característico do instrumento. Por isso conseguimos distinguir a mesma nota musical tocada em um piano e tocada em um violão. A presença dos harmônicos cria sensações auditivas diferentes e proporciona a estética do som.

Orientações didáticas

Aproveite a situação II, descrita na página 166 deste Manual, para abordar o assunto sobre o eco e sobre a transmissão do som a longas distâncias. Comente que o som é uma onda que sofre bastante atenuação em sua intensidade por se tratar de uma onda mecânica. Portanto, para se transmitir sons a grandes distâncias, é preciso que ele apresente muita intensidade, como os fogos de artifício, ou modulá-los com uma onda eletromagnética, como é feito nas transmissões de rádio.

Para trabalhar as diferenças entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, sugerimos que o texto complementar a seguir seja apresentado aos estudantes.

Texto complementar

Sonar e radar

O sonar é um instrumento auxiliar de navegação marítima. Era empregado intensamente nas guerras para localização de submarinos. Hoje em dia é muito utilizado para o estudo e a pesquisa dos oceanos (determinação de profundidade ou de depressões) e na pesca, para localização de cardumes.

O princípio básico do funcionamento do sonar é a emissão de ultrassons (ondas mecânicas) por um aparelho colocado nos navios, acoplado a um receptor de som. O som emitido propaga-se na água, reflete-se no fundo dos oceanos ou nos objetos (peixes), retorna e é captado pelo receptor, que registra a variação de tempo entre a emissão e a recepção do som.

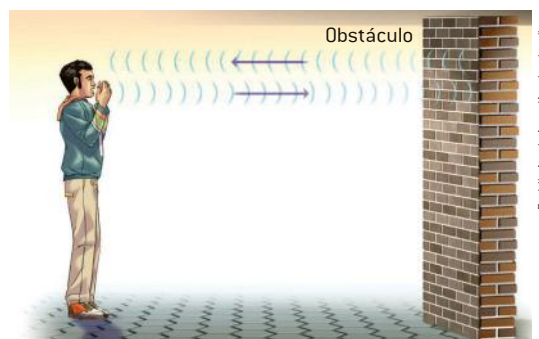
O radar, utilizado na navegação aérea, funciona com o mesmo princípio do sonar. A grande diferença entre eles é que o radar, em vez de usar ondas mecânicas (som), utiliza ondas eletromagnéticas, cuja velocidade no ar pode ser considerada, aproximadamente, 300 000 km/s.

Uma curiosidade interessante está relacionada a duas espécies de mamíferos:

Eco

O eco é um fenômeno físico caracterizado pela reflexão da onda sonora. Ao encontrar um obstáculo, a onda sonora é refletida, isto é, bate no obstáculo e volta.

Para que o eco seja percebido, dependendo da velocidade do som no ambiente, é necessária uma distância mínima entre a fonte sonora e o obstáculo para que a onda refletida seja ouvida com um atraso de, pelo menos, 0,1 s (um décimo de segundo). Caso contrário, a orelha não conseguirá distinguir os dois sons (onda original e onda refletida). Nessa situação, os dois sons consecutivos são identificados como um som contínuo, isto é, ouve-se apenas um som.



Vamos utilizar um exemplo prático a seguir para a demonstração de como podemos realizar o cálculo da distância da fonte sonora do obstáculo.

Ao ser emitido, o som bate em obstáculo (na figura, uma parede) e retorna em um intervalo de tempo de no mínimo 0,1 s, nesse caso, pode-se então distinguir os dois sons. Para isso, qual deve ser a distância mínima entre a fonte e o obstáculo?

Considerando a velocidade do som no ar de, aproximadamente, 340 m/s, tem-se:

$$\begin{aligned} 1 \text{ s} &= 340 \text{ m} \\ 0,1 \text{ s} &= x \text{ m} \\ x &= \frac{340 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ s}}{1 \text{ s}} = 34 \text{ m} \end{aligned}$$

Com essa velocidade, o som terá de se deslocar, no mínimo, 34 m, ou seja, 17 m para ir da fonte sonora até o obstáculo e mais 17 m para voltar.

Transmissão e recepção de som e imagem (áudio e vídeo)

No 8º ano você estudou em Eletromagnetismo que a energia mecânica pode ser transformada em energia elétrica. Esse mesmo processo é utilizado para transformar a energia associada ao som (energia sonora) em energia elétrica que estará associada a uma onda eletromagnética.

Podemos utilizar como exemplo as transmissões de rádio e TV ou quando utilizamos um telefone: para que a energia sonora seja transformada em energia elétrica é necessário a utilização de um microfone.

168

Os morcegos hematófagos (que se alimentam de sangue) têm hábitos noturnos e pouca visão. Compensam essa dificuldade emitindo ultrassons, os quais refletem nos obstáculos, retornando às suas orelhas. Esse processo os ajuda a orientar-se na caça e no voo.

Os golfinhos são mamíferos que apresentam visão precária a média e longa distância. Assim como os morcegos, eles compensam essa deficiência com a emissão/recepção de ultrassons. Conseguem emitir sinais de ultrassom de até 120 000 Hz, que os orientam no seu deslocamento.

FERRER, Luiz Carlos; SILVA, Reinaldo Santos. **Saber +, + fácil, enciclopédia de pesquisa**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

Orientações didáticas

Antes de apresentar a transmissão e recepção de som e imagem, solicite aos estudantes que realizem a leitura coletiva do tópico “O rádio”. Quando julgar necessário, interrompa a leitura e apresente gradualmente os conceitos de “modulação” e “onda portadora”.

É comum que os estudantes se mostrem interessados no surgimento do rádio. Se esse for o caso, sugerimos a leitura do texto complementar a seguir para a turma.

Texto complementar

Leitura sintonizada

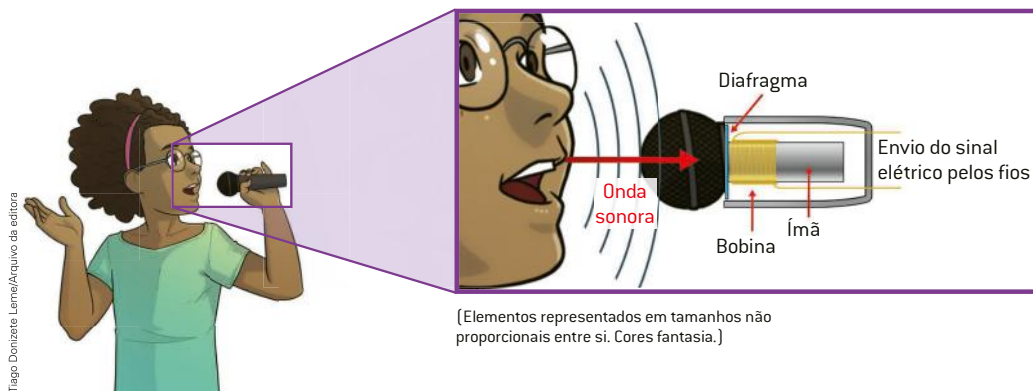
[...] a história do rádio começou com um trabalho científico importante: em 1863, o físico britânico James Clerk Maxwell previu a existência de ondas eletromagnéticas. Alguns anos depois, em 1887, na Alemanha, Heinrich Hertz fez experimentos que comprovaram a existência dessas ondas e mostraram que elas poderiam ser transmitidas.

Então, em 1894, na Itália, Guglielmo Marconi fez uma transmissão de sinais sem fio. A distância era pequena, mas o feito era significativo! Na mesma época, no Brasil, o padre Landell de Moura também desenvolvia experimentos parecidos.

Já em 1901, pela primeira vez, uma transmissão de rádio atravessou o Atlântico. Uma música? Uma entrevista? Nada disso: a mensagem era apenas uma letrinha, S, em código Morse. O rádio como conhecemos hoje veio apenas em 1907, por obra do norte-americano Alexander Lee de Fores.

Também nos Estados Unidos surgiu a primeira emissora de rádio, em 1920. Dois anos mais tarde, aconteceu a primeira transmissão oficial no Brasil, com um discurso do então presidente Epitácio Pessoa, e em 1923 nasceu a primeira rádio brasileira, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro. [...]

REX. Leitura sincronizada. *Ciência Hoje das Crianças* (29 out. 2013). Disponível em: <<http://chc.org.br/acervo/leitura-sintonizada/>> (acesso em: 25 out. 2018).

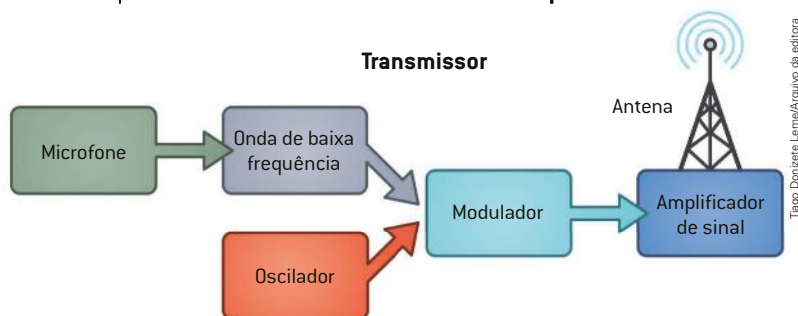


A energia sonora faz com que uma bobina presa a um diafragma (membrana elástica usada para provocar ou detectar e transmitir vibrações) se movimente no interior do campo magnético criado por um ímã, promovendo uma indução eletromagnética e, consequentemente, transformando a energia mecânica do movimento do diafragma em energia elétrica.

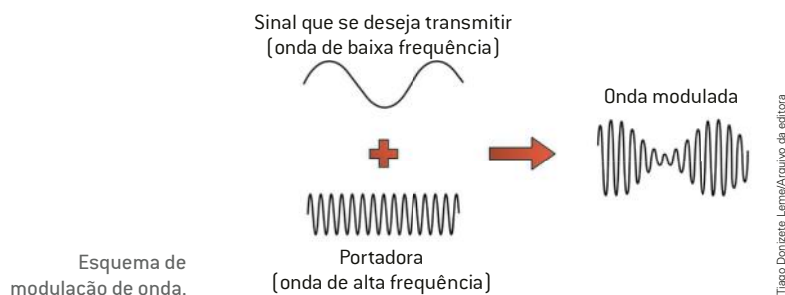
Devido à indução eletromagnética, a onda sonora que atinge o microfone é transformada em onda eletromagnética (sinais elétricos) de baixa frequência.

O rádio

Nas transmissões de rádio, as ondas de baixa frequência que saem do microfone interagem com ondas de alta frequência criadas por um oscilador que se encontra no transmissor (de rádio) da estação. Essas ondas são “combinadas”, num processo chamado de **modulação**, de tal maneira que as ondas criadas pelo transmissor funcionem como um “transportador” da onda de baixa frequência. A essa onda damos o nome de **portadora**.



Esquema de um transmissor de ondas de rádio.



Esquema de modulação de onda.

Orientações didáticas

Organize os estudantes em duplas e oriente cada uma delas a copiar, em uma folha avulsa, o esquema do transmissor e o esquema do receptor de rádio, apresentados no livro do estudante.

Com base na leitura do tópico “Transmissão e recepção de som e imagem (áudio e vídeo)”, iniciado na página 168, oriente-os a colocar as características associadas a cada um dos elementos apresentados tal qual um mapa conceitual.

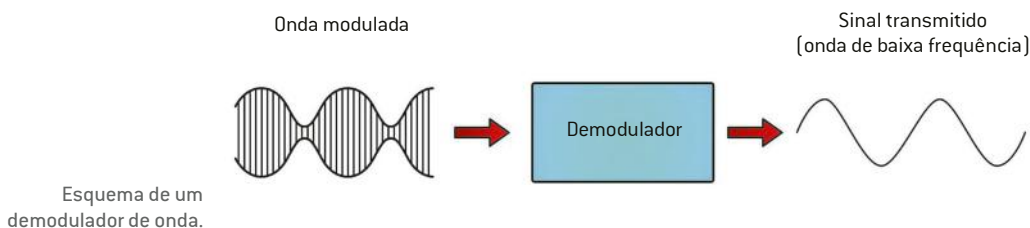
Ao final da atividade selecione algumas duplas para compartilhar suas produções com os colegas e receber sugestões para melhoria de seus trabalhos. Se necessário, corrija eventuais inconsistências, tomando o cuidado de não constri-ger nenhuma das duplas e evitando qualquer comentário depreciativo aos trabalhos por parte de outros estudantes.

Em seguida, explique o funcionamento dos aparelhos de telefonia móvel e ressaltar que os microfones e os alto-falantes são exemplos de transdutores utilizados na transmissão de som pelo rádio. O microfone transforma a energia sonora em energia elétrica, e o alto-falante faz o inverso, transformando a energia elétrica em energia sonora.

A partir daí a antena do transmissor transmite essa onda combinada, propagando-a em todas as direções.

A antena do rádio (receptor) captará e amplificará essa onda, mas para isso é necessário sintonizá-lo com o transmissor, ou seja, é preciso selecionar a estação do rádio, selecionando a frequência da onda de alta frequência através do sintonizador (*dial*).

No receptor, a separação das ondas combinadas e da onda de baixa frequência é feita por um demodulador e enviada ao amplificador de áudio que aumentará a amplitude da onda e a enviará para o alto-falante.



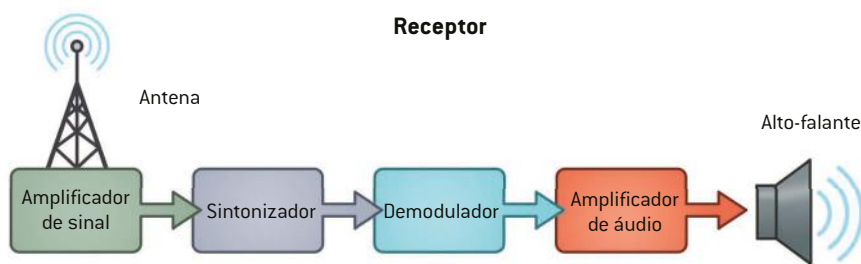
No alto-falante há uma bobina que funciona como um eletroímã com uma membrana presa a ela. A vibração da membrana gera a onda sonora.



Nesse caso, podemos dizer que a indução eletromagnética permite a transformação da energia elétrica que está associada a uma onda eletromagnética em energia sonora que está associada a um som.

No alto-falante, os sinais elétricos da onda eletromagnética de baixa frequência fazem com que a bobina se movimente no interior do campo magnético de um ímã. A membrana em forma de cone é presa à bobina e se movimenta com ela, dando origem a uma onda sonora.

[Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.]



Esquema de um receptor de ondas de rádio.

Texto complementar

Cientistas advertem: ver televisão é prejudicial à saúde

[...]

A equipe de Robert Hancox [*cientistas que conduziram o estudo*] acompanhou, do nascimento aos 26 anos de idade, a ‘rotina televisual’ de cerca de mil crianças nascidas entre abril de 1972 e março de 1973 na cidade neozelandesa de Dunedin.

[...]

[...] qual seria então o limite de tempo saudável para se entreter com a TV? “Comprovamos que crianças que assistiam uma hora ou menos de TV diariamente são mais saudáveis”, disse Hancox à CH On-line. Mas ele ressalta que não houve um número

A televisão

Diferentemente do rádio, mas com um processo semelhante, a televisão transmite, além de som, a imagem.

É de fácil compreensão que a captação do som na televisão é realizada da mesma maneira que no rádio, mas como é captada a imagem? Vamos estudar agora um pouco de como ocorre esse processo.

Da mesma maneira como lemos um livro, o aparelho de televisão também realiza uma “leitura” da imagem de um objeto por meio de uma câmera, linha por linha, da esquerda para a direita, de cima pra baixo, recebendo a luz emitida pelo objeto e transformando as variações de luminosidade e cor em uma onda eletromagnética.

Essa leitura é feita dezenas de vezes por segundo e é chamada **varredura**.

Assim como acontece no rádio, a onda eletromagnética gerada é “combinada” [modulação] com uma onda de alta frequência que é gerada pela transmissora, juntamente com uma onda eletromagnética originada da imagem e, através de uma antena, é lançada ao espaço, propagando-se em todas as direções.

O sinal (ondas eletromagnéticas) é captado pela antena de televisão, que as envia para o aparelho onde serão demoduladas e reproduzidas da mesma maneira que foram geradas, como uma “projeção da leitura” na tela.

As operadoras de TV a cabo também realizam o mesmo processo, com a diferença que, em vez de cada aparelho de televisão utilizar uma antena na recepção da imagem, há um grande receptor de todas as ondas eletromagnéticas que as distribui via cabo para cada aparelho.

Quando sintonizamos um canal na televisão, estamos selecionando a frequência que corresponde à frequência das ondas eletromagnéticas da emissora. Assim como no rádio, cada emissora tem uma faixa de frequência.

Orientações didáticas

Comente que a transmissão de imagem também é feita de forma semelhante à transmissão de rádio, mas com o auxílio de dois novos transdutores: a câmera, que transforma a energia luminosa em energia elétrica, e o aparelho de TV, que transforma energia elétrica em energia luminosa (e sonora).

Se houver tempo disponível, realize a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, sobre as transmissões via satélite e acrescente que, no próximo capítulo, as radiações eletromagnéticas serão abordadas com maior nível de detalhes.

Indicamos a você a leitura do texto complementar abaixo, pois essa é uma boa oportunidade para conscientizar os estudantes quanto às consequências dos longos períodos de exposição ao televisor.

UM POUCO MAIS

Transmissão via satélite

As transmissões via satélite são feitas de maneira semelhante às transmissões convencionais, por meio da modulação e onda portadora, mas mudando alguns parâmetros de frequência e utilizando as chamadas antenas parabólicas, o que garante maior precisão na comunicação com o satélite.

Nesse processo, a antena da transmissora envia o sinal (ondas de rádio) para o satélite e este, ao recebê-lo, amplifica-o e transmite de volta para a Terra.

Em alguns casos, as ondas transmitidas são refletidas na própria atmosfera, realizando a comunicação entre transmissores a pequenas distâncias mas que apresentam vários obstáculos entre eles.

Em longas distâncias, como é o caso da transmissão de um evento como a Copa do Mundo de Futebol, devido à curvatura da Terra, a comunicação via satélite é a mais eficaz.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



As transmissões de TV e rádio podem ser realizadas diretamente entre transmissores e/ou por meio de satélites.

Trigo Donizete Leme/Arquivo da editora

suficiente de participantes que não assistiam TV para estabelecer um tal limite.

Hancox e equipe recomendam que os adultos limitem seus filhos a assistir de uma a duas horas diárias de televisão. “Os pais devem desligar a TV e mostrar o exemplo para os menores”, diz. “Será muito mais difícil para as crianças modificarem esse tipo de estilo de vida quando estiverem na fase adulta.”

MOEHLECKE, Renata. *Ciência Hoje On-line*.

Publicado em 27 jul. de 2004. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/cientistas-advertem-ver-televisao-e-prejudicial-a-saude/>> (acesso em: 25 out. 2019).

Orientações didáticas

Finalize o capítulo comentando sobre os satélites e sobre o fato de estarmos cercados, por todos os lados, por ondas eletromagnéticas de rádio, TV, celular, entre outras.

Para se evitar interferências e “organizar” o espectro de ondas eletromagnéticas utilizadas na comunicação, há uma regulamentação de frequências para cada finalidade.

No endereço eletrônico a seguir, há uma listagem que resume as tabelas de atribuição, destinação e distribuição de faixas de frequências no Brasil, regulamentada pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel): <www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=346331&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=346331.pdf> [acesso em: 25 out. 2018]. Caso considere pertinente, compartilhe algumas dessas informações com os estudantes.

Após a leitura do boxe *Um pouco mais*, sobre os satélites, aborde o tema do lixo espacial. O texto complementar a seguir pode ser compartilhado com os estudantes para aprofundar esse estudo.

Texto complementar

Lixo no espaço

Ferramentas, pedaços ou lascas de tinta de satélites, naves e foguetes. Dá para acreditar que existem cerca de 370 mil objetos como esses passeando pelo espaço em volta da Terra? Esses pedacinhos de material que ficam em órbita ao redor do planeta são chamados de lixo espacial. Eles faziam parte de objetos que foram enviados ao espaço por um motivo específico, mas, com o passar do tempo, tornaram-se inúteis – ou seja, viraram lixo.

Recentemente, um grupo de astronautas da Estação Espacial Internacional (ISS) teve que procurar abrigo na nave russa Soyuz por causa de um objeto como esse. Eles temiam ser atingidos em pleno espaço! Felizmente,



UM POUCO MAIS

Satélites

Há vários tipos de satélite com as mais variadas finalidades. Os satélites de transmissão e recepção de sinais de televisão apresentam órbitas geoestacionárias a uma altura de cerca de 36 km acima da linha do equador.

As órbitas são chamadas geoestacionárias porque os satélites giram ao redor do eixo de rotação da Terra com o mesmo período de rotação da Terra, ou seja, estão sincronizados com o movimento de rotação da Terra. Para um observador na superfície da Terra, é como se os satélites estivessem sempre no mesmo local. Isso é de grande importância, pois os transmissores e receptores que se encontram na superfície da Terra não precisam se reposicionar com o movimento do satélite.

Para que não saiam de sua órbita geoestacionária, os satélites são regularmente estabilizados com o controle de altitude, mantendo as posições de câmeras, receptores e retransmissores sempre adequadamente posicionados. Outros parâmetros como temperatura e exposição à radiação solar também são controlados.



Devido à dificuldade para a manutenção no local e ao fato de terem que funcionar continuamente durante as 24 horas de todos os 365 dias do ano, os satélites apresentam tecnologia avançada de geração de energia que permite a utilização da energia solar e baterias de alto desempenho, garantindo seu bom funcionamento e economia de energia.

Satélite de comunicação na órbita da Terra.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



- Características das ondas.
- Período e frequência de ondas periódicas.
- Cálculos simples relacionados com velocidade de propagação, frequência e período das ondas periódicas.
- Classificação das ondas quanto a sua natureza (mecânicas e eletromagnéticas).
- Ondas sonoras e suas características fisiológicas.
- A relação da velocidade do som com as características do meio em que se propaga.
- O eco.
- Transmissão e recepção de som e imagem.

o fragmento passou a 260 metros de distância da nave. Mas foi um susto daqueles...

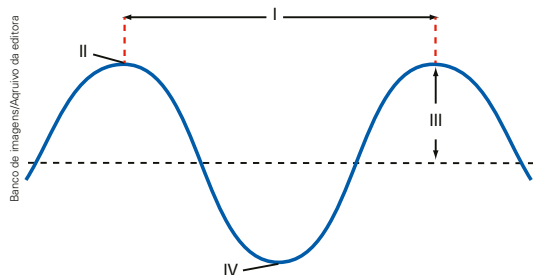
Você deve estar pensando: “se os objetos são tão pequenos, por que ter medo?” Eder Molina, pesquisador do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, da Universidade de São Paulo, responde: “Muitos desses objetos têm cerca de um centímetro, mas o que conta é a velocidade que eles atingem – podem chegar a até 14 mil quilômetros por hora, o que pode causar danos sérios em naves ou satélites.”

Uma dificuldade é que os cientistas ainda não sabem como tirar toda essa sujeira do espaço, e ainda não há regras ou leis para melhorar essa situação. “A saída é prestar mais atenção a isso e ter certeza de que o material lançado no espaço não vai gerar lixo”, alerta Eder. “Precisamos cuidar do meio ambiente espacial também.”

Quem estiver com os pés firmes no chão, pelo menos, pode ficar tranquilo: a chance de ser atingido por lixo espacial em plena superfície terrestre é mínima. Isso porque, se os

PENSE E RESOLVA

- 1 Analise a ilustração a seguir, que representa uma onda.



A alternativa que melhor associa os termos crista, vale, amplitude e comprimento de onda aos pontos ou distâncias indicados por I, II, III e IV é **Alternativa b**.

- I - Amplitude; II - Crista; III - Comprimento de onda; IV - Vale
- I - Comprimento de onda; II - Crista; III - Amplitude; IV - Vale
- I - Amplitude; II - Vale; III - Comprimento de onda; IV - Crista
- I - Comprimento de onda; II - Vale; III - Amplitude; IV - Crista
- I - Vale; II - Crista; III - Comprimento de onda; IV - Amplitude

Justifique a sua resposta no caderno.

- 2 Desde sua criação, os telefones celulares evoluíram muito. Hoje, os *smartphones* apresentam tecnologia de ponta e permitem, além da telefonia, a utilização de outros recursos a partir dos mais variados aplicativos. É possível, por exemplo, afinar um violão com um *smartphone* com um aplicativo de afinação de instrumento de corda.

O som proporcionado pela corda do violão é captado pelo microfone do celular, é transformado em uma onda eletromagnética e tem sua frequência comparada com a frequência de uma nota musical, conforme a tabela a seguir.

Nota musical	Frequência (Hz)
Dó (C)	130,00
Dó# (C#) ou Ré _b (D _b)	139,79
Ré (D)	148,10
Ré# (D#) ou Mi _b (E _b)	156,95
Mi (E)	166,32
Fá (F)	176,22
Fá# (F#) ou Sol _b (G _b)	186,65
Sol (G)	197,77
Sol# (G#) ou Lá _b (A _b)	209,45
Lá (A)	222,02
Lá# (A#) ou Si _b (B _b)	235,22
Si	249,27
Dó	264,00

= sustenido _b = bemol

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <www.das.inpe.br/~alex/FisicadaMusica/fismus_escalas.htm> (acesso em: 13 nov. 2018).

Utilizando um destes aplicativos, um estudante pretende afinar uma das cordas de seu violão, dedilhando-a e gerando um som que apresenta comprimento de onda de 2,60 m. Considerando-se que a velocidade do som no ar seja 343 m/s, determine:

Respostas nas Orientações Didáticas.

- a frequência da onda gerada pelo violão;
- o período da onda gerada pelo violão;
- a nota musical identificada pelo aplicativo.

- 3 Luizinho é um adolescente que adora ouvir música, mas não se contenta em ouvi-la da maneira mais adequada: ele prefere aumentar o volume até o máximo! Com isso, seu pai sempre reclama: "Luiz, essa música está muito alta, vai acabar ficando surdo!".

O alerta do pai de Luizinho é correto, pois, além de causar poluição sonora, a maneira como Luizinho ouve música pode ser prejudicial à saúde de sua orelha. No entanto, em sua reclamação, o pai de Luizinho comete um equívoco, confundindo:

- altura com timbre.
- intensidade com amplitude.
- altura com frequência.
- intensidade com altura.
- volume com timbre.

Alternativa d.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

- Veja a reprodução do livro do estudante.
- $v = 343 \text{ m/s}$; $\lambda = 2,60 \text{ m}$
 $v = \lambda \cdot f$
 $343 = 2,60 \cdot f$
 $f = 343/2,60$
 $f \cong 132 \text{ Hz}$
 - $T = 1/f$
 $T = 1/132$
 $T \cong 7,57 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 7,57 \text{ ms}$
 - A frequência de 132 Hz corresponde à nota Dó (C) apresentada na tabela.
- Veja a reprodução do livro do estudante.

objetos saem de órbita e vêm em direção à Terra, a maioria é destruída quando entra em contato com a atmosfera. Ainda bem...

VIMERCATE, Nicolly. Lixo no espaço. *Ciência Hoje das Crianças*. Disponível em: <http://chc.org.br/lixo-no-espaco/> (acesso em: 25 out. 2018).

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

4. Veja a reprodução do livro do estudante.
5. Para a frequência mais baixa:
 $v = \lambda \cdot f$
 $340 = \lambda \cdot 20$
 $\lambda = 340/20$
 $\lambda = 17 \text{ m}$
 Para a frequência mais alta:
 $v = \lambda \cdot f$
 $340 = \lambda \cdot 20\,000$
 $\lambda = 340/20\,000$
 $\lambda = 0,017 \text{ m} = 17 \text{ mm}$
6. Veja a reprodução do livro do estudante.
7. a) Veja a reprodução do livro do estudante.
- b) Uma possível explicação para o “atraso” na transmissão e recepção do sinal de áudio e vídeo é que, apesar de as ondas se propagarem em alta velocidade ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$), o percurso realizado por elas é muito longo, às vezes passando por mais de um satélite, o que proporciona atrasos de alguns segundos.
- c) $v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $v = \lambda \cdot f$
 $3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 5,0 \cdot 10^9$
 $\lambda = 3 \cdot 10^8 / 5,0 \cdot 10^9$
 $\lambda = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$
8. O som que se ouve na estação de rádio não apresenta frequência de 90 MHz, senão não seria ouvido, pois o ser humano só é capaz de ouvir sons que vão de 20 Hz a 20 kHz. A frequência de 90 MHz da rádio corresponde à frequência da onda portadora de sinal.

- 4 Classifique os sons abaixo utilizando os critérios: **grave, agudo, forte e fraco**.

- a) Som de grande amplitude. **Som forte.**
- b) Som de alta frequência. **Som agudo.**
- c) Som de pequena amplitude e alta frequência. **Som fraco e agudo.**
- d) Som de pequena amplitude e baixa frequência. **Som fraco e grave.**
- e) Som de grande amplitude e alta frequência. **Som forte e agudo.**
- f) Som de grande amplitude e baixa frequência. **Som forte e grave.**

- 5 A orelha humana é capaz de perceber sons dentro do intervalo de frequência que vai de 20 Hz a 20 000 Hz, chamado intervalo audível.

Adotando 340 m/s para a velocidade do som no ar, determine o intervalo de comprimento de onda correspondente ao som audível. **Resposta nas Orientações Didáticas.**

- 6 Durante uma tempestade, é bastante comum a ocorrência de relâmpagos e trovões. O relâmpago é o efeito luminoso proporcionado pela descarga elétrica enquanto o trovão é o efeito sonoro.

Em alguns casos verifica-se que surge o relâmpago e somente alguns instantes depois é que se ouve o trovão.

Responda:

- a) Que tipo de onda é apresentada pelo relâmpago? **O relâmpago é um efeito luminoso, portanto é uma onda eletromagnética (luz).**
- b) Que tipo de onda é apresentada pelo trovão? **O trovão é um efeito sonoro, portanto é uma onda mecânica (som).**
- c) Por que o trovão é percebido um pouco depois do relâmpago?

- 7 Em 2018, durante uma transmissão ao vivo de TV via satélite da Copa do Mundo da Rússia, um repórter no Brasil conversa com outro repórter na Rússia e pode-se verificar nesse momento que há um “atraso” entre a recepção e transmissão dos sinais de áudio e vídeo.

174 6. c) O trovão é percebido um pouco depois do relâmpago porque a velocidade de propagação da luz é muito maior que a velocidade de propagação do som.

Por exemplo, quando o repórter no Brasil fazia uma pergunta, apenas alguns instantes depois é que o repórter na Rússia respondia.

- a) Monte uma possível sequência da transmissão de TV anterior com as palavras sugeridas abaixo.
- Modulador
 - Microfone + câmera
 - Antena de recepção
 - Antena de transmissão
 - TV
 - Satélite
 - Demodulador
 - Sintonizador
 - Onda de baixa frequência
 - Amplificador de sinal (transmissão)
 - Amplificador de sinal (recepção)

Microfone + câmera → Onda de baixa frequência → Modulador → amplificador de sinal (transmissão) → antena de transmissão → Satélite → antena de recepção → amplificador de sinal (recepção) → Sintonizador → Demodulador → TV

- b) Apresente uma possível explicação para o “atraso” na transmissão e recepção do sinal de áudio e vídeo.

Resposta nas Orientações Didáticas.

- c) Considere que a emissora utilizava uma onda eletromagnética (portadora) com frequência de 5,0 GHz ($5,0 \cdot 10^9 \text{ Hz}$) para realizar a comunicação entre uma estação na Rússia e uma estação no Brasil. Sabendo-se que a velocidade de propagação da onda é de $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, determine o comprimento de onda da onda portadora. **Resposta nas Orientações Didáticas.**

- 8 Depois de sua aula de Ciências, um estudante comenta com um amigo que o ser humano é capaz de ouvir sons que vão de 20 Hz a 20 kHz.

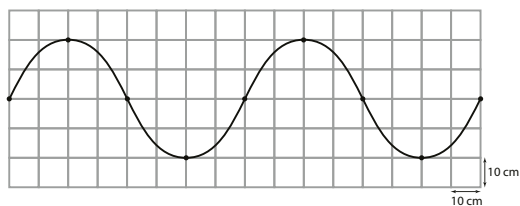
Seu amigo, um tanto quanto desconfiado, afirma que é possível ouvir frequências superiores a esses valores, argumentando que está acostumado a ouvir uma estação de rádio FM cuja frequência é 90 MHz.

Diante dessa situação, qual a explicação que o estudante deve dar a seu amigo que justifique a frequência da estação de rádio e o fato de ser possível ouvi-la?

Resposta nas Orientações Didáticas.

SÍNTESE

- A figura abaixo representa ondas produzidas por uma fonte durante 8 s em uma corda tensionada.

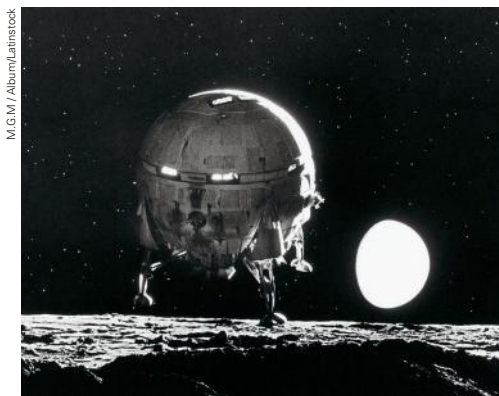


A partir da figura, determine:

- a amplitude da onda. $A = 20 \text{ cm}$
- o comprimento de onda. $\lambda = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$
- o período. Se dois pulsos são criados em 8 s, um pulso é criado em 4 s. Portanto, $T = 4 \text{ s}$.
- a frequência. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ Hz}$
- a velocidade de propagação. $v = \lambda \cdot f$
 $v = 0,8 \cdot 0,25$
 $v = 0,2 \text{ m/s}$

DESAFIO

- Muitos filmes de ficção científica apresentam cenas de guerra no espaço interplanetário, usando efeitos luminosos e explosões estrondosas. Um dos raros filmes que apresentam essas cenas de guerra no espaço sem som, somente com efeitos luminosos, é *2001: Uma odisseia no espaço*.



Cena do filme estadunidense de ficção científica *2001: Uma odisseia no espaço*, realizado em 1968 pelo cineasta Stanley Kubrick. A história mostra a evolução do ser humano, desde os primeiros homínidos capazes de usar instrumentos até tempos posteriores à era espacial.

Usando seus conhecimentos e as informações do texto, responda:

- A luz e o som são ondas mecânicas ou eletromagnéticas? Luz: ondas eletromagnéticas. Som: ondas mecânicas.
- Qual é a diferença entre as ondas mecânicas e as ondas eletromagnéticas quanto ao meio de propagação? Resposta nas Orientações Didáticas.
- Considerando as características das ondas sonoras, em qual situação elas são apresentadas corretamente: na maioria dos filmes de ficção científica ou no filme *2001: Uma odisseia no espaço*? Justifique sua resposta. Resposta nas Orientações Didáticas.
- Considerando as características das ondas luminosas, em qual situação elas são apresentadas corretamente: na maioria dos filmes de ficção científica ou no filme *2001: Uma odisseia no espaço*? Justifique sua resposta. Ambos estão corretos, os efeitos luminosos não necessitam da presença de um meio material para se propagar.

PRÁTICA

I. Modulando o som

Objetivo

Investigar a modulação do som através da luz.

Material

- 1 lata vazia e limpa
- 1 bexiga (balão de festa)
- 1 pedaço de espelho ou CD
- 1 tubo de papelão de papel toalha
- 1 laser vermelho
- Tesoura de pontas arredondadas
- Fita-crepe
- Abridor de latas

ATENÇÃO!

Cuidado ao manusear objetos perfurantes, como tesouras, facas e abridores de latas. Somente o professor deverá fazer uso desses objetos na montagem do modulador de som.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Síntese

Veja a reprodução do livro do estudante.

Desafio

Solicite aos estudantes que providenciem o material da atividade prática com antecedência.

- Veja a reprodução do livro do estudante.
- As ondas mecânicas necessitam de um meio material (sólido, líquido ou gasoso) para a sua propagação. As eletromagnéticas não necessitam da presença de um meio material para se propagar.
- No filme *2001: Uma odisseia no espaço*, a situação é apresentada corretamente, pois as ondas mecânicas necessitam de um meio material para a sua propagação, logo o som não será ouvido no vácuo.
- Veja a reprodução do livro do estudante.

Orientações didáticas

Organize a turma em grupos de 4 a 5 estudantes e auxilie-os na montagem dos moduladores de som.

Para que se tenha um bom resultado, a bexiga não deve ficar fortemente esticada no fundo da lata, pois isso diminuirá sua flexibilidade.

Os procedimentos estão bem detalhados e permitem que os estudantes realizem a atividade com bastante autonomia. No entanto, recomendamos fortemente que você circule pela classe orientando-os na montagem e utilização do modulador. Certifique-se de que eles trabalhem com seriedade para prevenir acidentes com o abridor de latas e com as bordas da lata. Peça a eles que, ao modularem a voz, procurem falar o mais grave possível e com constância da voz.

Depois de concluída a atividade, debata com eles as questões da página seguinte, sobre a atividade prática.

Procedimento

Montagem do modulador de som

1. Com o auxílio do abridor de lata, retire o fundo da lata.



2. Corte a bexiga ao meio.



3. Prenda a parte de baixo da bexiga na lata, no local onde foi retirado o fundo dela. Passe uma fita-crepe para prendê-la.



4. Faça um corte em forma de V no tubo de papelão.



5. Coloque a outra parte da bexiga na extremidade do tubo de papelão onde foi feito o corte.



6. Com o auxílio da fita-crepe, prenda o laser no tubo de papelão, em cima do corte, de tal forma que ele fique levemente inclinado.



Indicação de leitura

O guia a seguir propõe a montagem de um programa de rádio sobre ciências. Considere compartilhá-lo com os estudantes:

CHAGAS, Catarina; FIGUEIRA, Ana Cristina; MAZZONETTO, Marzia. **Ciência em sintonia: guia para montar um programa de rádio sobre Ciências**. Rio de Janeiro: Fiocruz. 2010. Disponível em: <www.redpop.org/wp-content/uploads/2015/06/ciencia_em_sintonia_web2.pdf> [acesso em: 25 out. 2018].

7. Corte um quadradinho do CD que servirá como espelho.



8. Fixe o quadradinho no centro da bexiga e o tubo com o laser na lata conforme a ilustração.



9. Com um pedaço de fita-crepe, trave o interruptor do laser na posição "ligado". Ajuste-o de tal forma que a "ponta" do laser incida sobre o quadradinho.



ATENÇÃO!

Cuidado ao manusear o *laser* para que a luz não atinja seus olhos nem os olhos de outra pessoa. A luz pode causar danos aos olhos das pessoas e dos animais.

II. Modulando sua voz

- 1 Em uma sala escura, posicione-se a mais ou menos 2 metros da parede.
- 2 Coloque a parte aberta da lata na frente de sua boca (a parte com a bexiga deve ficar voltada para a parede). Fale algumas palavras continuamente.
- 3 Devem aparecer algumas imagens como essa:



Dica: caso não esteja aparecendo a imagem, fale bem próximo da lata com a boca quase que em seu interior. Tente falar com um som forte e grave as vogais AAAAA, EEEEE, IIIII, OOOOO, UUUUU.

Discussão final Respostas nas Orientações Didáticas.

- 1 A luz do *laser* e o som de sua voz são ondas de mesma natureza? Caracterize-as.
- 2 No processo da modulação, o que a luz proporciona à sua voz no que diz respeito à transmissão de ondas?

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Prática

1. Não. O som é uma onda mecânica, e a luz é uma onda eletromagnética.
2. A luz é uma onda eletromagnética e possui alta velocidade de propagação. Modulando o som com uma onda eletromagnética (luz), é possível "transmiti-lo" a alta velocidade, podendo percorrer grandes distâncias em intervalos de tempo muito pequenos.

Habilidades da BNCC

(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.

(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radio-terapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Caracterizar as radiações eletromagnéticas a partir da frequência e do comprimento de onda.
- Compreender a relação entre frequência e comprimento de onda de uma radiação eletromagnética.
- Identificar as radiações eletromagnéticas que compõem o espectro eletromagnético.
- Caracterizar as radiações ionizantes e não ionizantes e reconhecer seus riscos para a saúde.
- Compreender a importância das estrelas como fonte de radiações eletromagnéticas.
- Diferenciar radiação de radioatividade.

Objeto de conhecimento

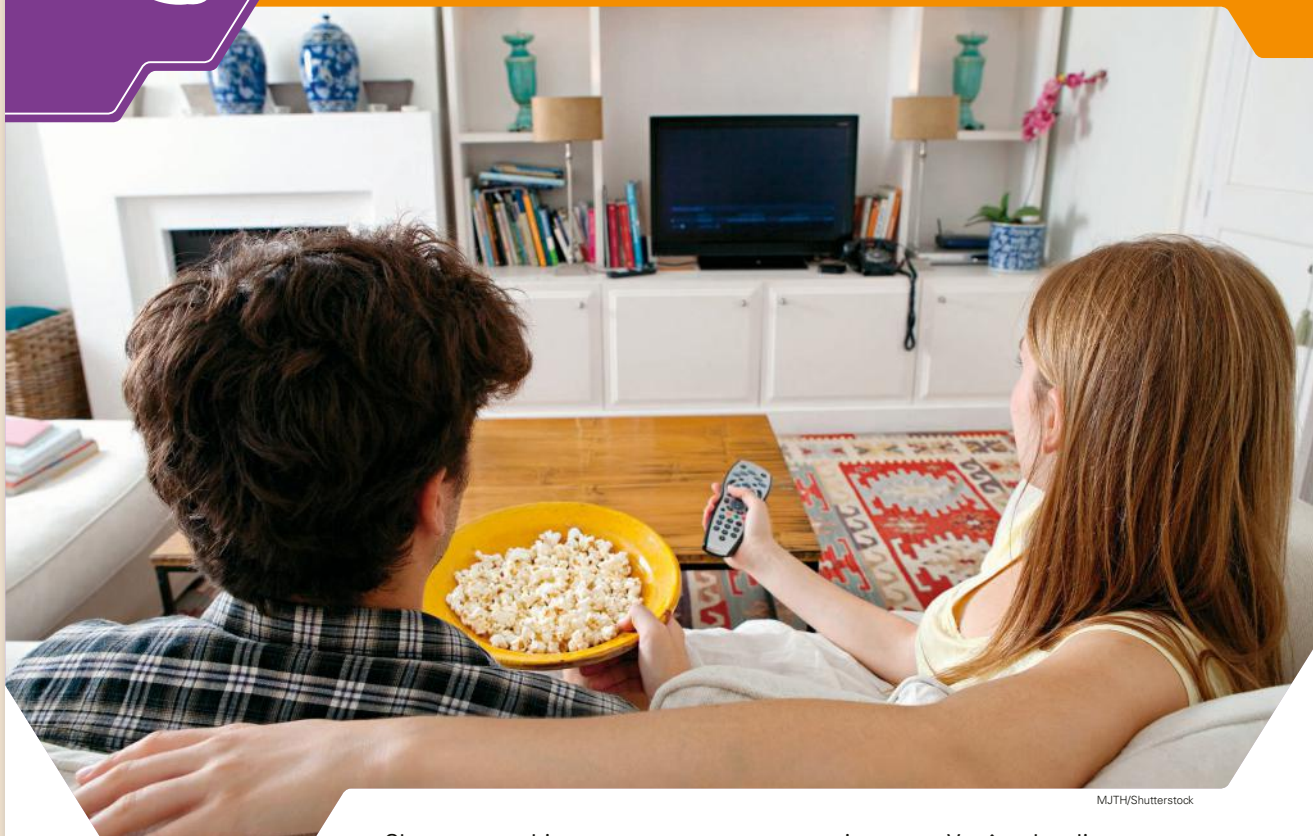
- Radiações e suas aplicações na saúde.

Capítulo

12



Radiações eletromagnéticas



MJTH/Shutterstock

No ambiente, há radiações que enxergamos, como as da TV, e outras que não enxergamos, como as do controle remoto, das pessoas e dos objetos.

Observe os objetos que aparecem nesta imagem. Você sabe dizer o que eles têm em comum?

Apesar de não podermos vê-las, podemos afirmar que todos os objetos e até mesmo as pessoas emitem ondas eletromagnéticas: a televisão, o celular no bolso do rapaz, o controle remoto, os abajures e o forno de micro-ondas onde foi feita a pipoca, além de todos os demais itens que compõem a cena. As ondas eletromagnéticas também podem ser chamadas de radiações eletromagnéticas.

Quais são as características dessas ondas? E quais são as suas aplicações? A radiação emitida, por exemplo, pelo abajur pode interferir na radiação emitida pelo controle remoto?

Neste capítulo vamos estudar um pouco mais sobre as ondas e entender como se classificam as radiações eletromagnéticas, o que as diferenciam e onde estão presentes.

178

Problematização/Conhecimentos prévios

Antes de iniciar este capítulo, é interessante retomar alguns conceitos estudados no capítulo anterior, como a definição de ondas eletromagnéticas, frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação das ondas.

Em seguida, proponha algumas perguntas a fim de aferir o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, como: “Há algum tipo de radiação na sala de aula?”; “Com quais tipos de radiação temos contato no nosso cotidiano?”; “As radiações utili-

zadas na Medicina são as mesmas utilizadas no micro-ondas e no controle remoto? Quais são as diferenças entre elas?”; “Radiação e radioatividade são a mesma coisa?”.

Avalie as respostas dos estudantes e esclareça que, segundo aspectos práticos, as radiações são ondas eletromagnéticas.

Na sequência, elabore coletivamente uma lista de equipamentos que fazem uso de radiação ou fontes de radiação eletromagnética (ondas eletromagnéticas), como rádio, TV, satélites, ►

As ondas eletromagnéticas



A energia que um corpo emite em forma de onda eletromagnética é chamada de **radiação eletromagnética**.

Em alguns casos, as ondas eletromagnéticas possuem pouca intensidade; em outros, muita intensidade.

A luz é um exemplo de onda eletromagnética, e quando acendemos duas lâmpadas brancas de LED, uma de 7 W e outra de 12 W de potência, notamos que elas iluminam o ambiente com a mesma cor, porém, a lâmpada de 12 W ilumina mais, ou seja, a lâmpada de 12 W emite radiação eletromagnética de maior intensidade.

Imagine agora duas lâmpadas, ambas de 7 W de potência, porém uma é vermelha e a outra, verde. Nesse exemplo, a intensidade da radiação eletromagnética emitida pelas duas lâmpadas é a mesma. No entanto, as cores são diferentes. Nesse caso, o que diferencia a radiação eletromagnética emitida por cada uma das lâmpadas? Por que percebemos uma de cor verde e a outra de cor vermelha?

A resposta para isso é a **frequência**, uma das características mais importantes das ondas eletromagnéticas. É ela que determina a classificação dessas ondas e que permite que se diferencie uma onda eletromagnética de outra.

Como vimos no capítulo anterior, a expressão matemática que relaciona a velocidade de propagação da onda (v) com seu comprimento de onda (λ) e sua frequência (f) é dada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

Assim, para radiações que se propagam no mesmo meio, as que apresentam maior frequência têm menor comprimento de onda e as que apresentam menor frequência têm maior comprimento de onda.

No vácuo todas as ondas eletromagnéticas têm a mesma velocidade, que é representada por $c = 3 \cdot 10^8$ m/s (300 000 km/s), que é a velocidade da luz.

As ondas eletromagnéticas podem ter a mesma intensidade no vácuo, mas só terão a mesma frequência e o mesmo comprimento de onda se forem a mesma onda.

Desta forma, costuma-se representar as ondas eletromagnéticas em uma escala de frequências denominada **espectro eletromagnético**.

O espectro eletromagnético está dividido basicamente em ondas de rádio e TV, micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios X e raios gama.



As lâmpadas vermelha, verde e azul apresentam a mesma intensidade, mas são percebidas com cores diferentes (vermelha, verde e azul) porque apresentam frequências diferentes.

Arquivo do autor/Arquivo da editora

Neste capítulo

Neste capítulo, vamos detalhar um pouco mais as radiações eletromagnéticas. Veremos que elas estão presentes em tudo e em todos os lugares, cada uma com suas características.

No espectro eletromagnético as radiações eletromagnéticas são classificadas a partir de sua frequência e/ou comprimento de onda. Também podem ser classificadas em ionizantes e não ionizantes pela energia que transportam e, dessa forma, é possível avaliar seus riscos à saúde.

O espectro eletromagnético é representado em ordem crescente de frequência por ondas de rádio e TV, micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

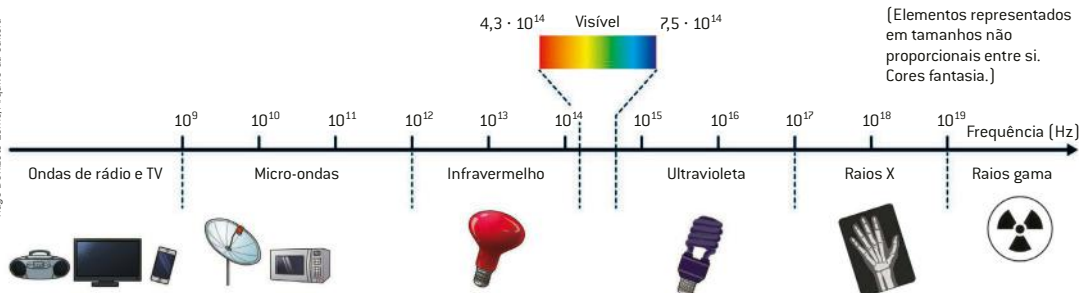
A partir das características das radiações são definidas as suas aplicações, como telefonia, Medicina, sistemas de segurança, pesquisas, etc.

Comente que as pesquisas no campo da radioatividade se iniciaram no final do século XIX e as suas múltiplas possibilidades de aplicação abriram um novo horizonte nas pesquisas acadêmicas.

No que diz respeito às fontes de radiações eletromagnéticas, ressalte a importância dos estudos sobre as radiações emitidas pelas estrelas.

Por fim, também é interessante mencionar que conhecer as características das radiações eletromagnéticas é fundamental para avaliar seus impactos para os seres vivos e para os ambientes, assim como compreender melhor o mundo que nos cerca.

Tiago Dantas/Leme/Arquivo da editora



Espectro eletromagnético.

(Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Matéria e Energia

Capítulo 12 • Radiações eletromagnéticas 179

▶ micro-ondas, celular, alarmes, controles remotos, lanternas, radares, aparelho de raios X, tomógrafo, Sol, etc. Se possível, tente contemplar todas as radiações do espectro eletromagnético e registre os principais apontamentos no quadro de giz.

Siga perguntando: “Todos esses exemplos no quadro de giz fazem uso da mesma radiação?”. Conduza as observações dos estudantes de modo que fique claro que todos os exemplos envolvem a presença de ondas eletromagnéticas com frequências diferentes

e, consequentemente, com comprimentos de onda diferentes. Por fim, apresente o espectro eletromagnético com as segmentações de faixa de frequência relativa a cada radiação eletromagnética.

No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Classificando as ondas no espectro eletromagnético”**, que poderá ser apresentada aos estudantes para complementar o estudo deste tema.



No Material Digital do Professor você encontrará o **audiovisual “O espectro eletromagnético”**, que poderá ser apresentado aos estudantes para complementar o estudo deste tema.

Orientações didáticas

Antes de iniciar a apresentação segmentada das radiações do espectro eletromagnético, é interessante fazer três observações:

1. Não é a intensidade da radiação que a diferencia de outra, mas, sim, sua frequência.
2. O Sol e as outras estrelas são fontes de todos os tipos de radiações eletromagnéticas. O boxe *Um pouco mais* que trata da radiação emitida pelas estrelas (página 181) pode ser trabalhado nesse momento.
3. As radiações eletromagnéticas são definidas a partir de sua frequência porque ela é sempre a mesma, independentemente do meio.

Com o apoio da lista de equipamentos e os exemplos apresentados no livro do estudante, explore as características e aplicações das ondas de rádio e de TV, das micro-ondas e do infravermelho.

Ondas de rádio e TV

As ondas de rádio abrangem as ondas eletromagnéticas emitidas não somente por aparelhos de rádio, mas também por televisores e telefones celulares. Essas ondas apresentam frequências que vão até alguns giga-hertz ($\text{GHz} = 10^9 \text{ Hz}$).

As ondas de rádio, televisores e telefones celulares apresentam as mesmas características, diferenciando-se apenas na frequência. Geralmente, as ondas de transmissão de rádio apresentam menor frequência, seguidas pelas ondas de transmissão de TV e de telefonia celular, respectivamente.



UM POUCO MAIS

Riscos da radiação do celular

As ondas eletromagnéticas utilizadas na telefonia celular ficam próximas das micro-ondas e, em decorrência do aumento de casos de câncer, cresceram as suspeitas da relação entre o aparecimento dessa doença e a utilização dos celulares.

Apesar de ser uma radiação eletromagnética que, a princípio, não é nociva ao ser humano (não é ionizante) e de os aparelhos serem desenvolvidos respeitando-se os níveis de intensidade das ondas, estudos ainda não conclusivos de pesquisadores alertam para o uso excessivo dos celulares, pois as ondas eletromagnéticas emitidas por esses aparelhos produzem calor e podem afetar regiões do cérebro e causar danos à função de memória cognitiva e, em longo prazo, provocar tumores cerebrais.

Para evitar a exposição excessiva e prevenir os efeitos causados pelas ondas eletromagnéticas do celular, aconselha-se usar o fone de ouvido ou o viva voz.



Dean Drobot/Shutterstock

Micro-ondas

As micro-ondas compreendem a faixa de frequência que vai de, aproximadamente, $3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ a $3 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$.

Essas ondas eletromagnéticas são amplamente usadas nas telecomunicações via satélite, pois se propagam na atmosfera de maneira praticamente retilínea, diminuindo perdas de sinal por dispersão.

Os radares, a aviação comercial e a aviação militar são as aplicações pioneiras das micro-ondas, e sua aplicação nas telecomunicações têm ganhado espaço nas últimas décadas. Redes sem fio (*wi-fi*) e *Bluetooth* estão na região das micro-ondas.

Além dessas aplicações, vemos a utilização da micro-onda na cozinha. O forno de micro-ondas é assim chamado porque também utiliza radiação nessa faixa de frequência. O primeiro deles surgiu em 1955 sob a forma de um aparelho de grande porte e com um custo de mais de mil dólares! Com o desenvolvimento tecnológico em meados da década de 1960, foi possível diminuir seu tamanho, torná-lo mais compacto e prático, e com preços mais acessíveis.

UM POUCO MAIS

As estrelas – fontes de todos os tipos de radiação

O Sol, assim como todas as estrelas, emite radiações de todas as frequências, desde ondas de rádio até raios gama. Vários fenômenos do Universo foram explicados pela detecção da radiação eletromagnética, proveniente das estrelas e do Sol, que chega à Terra e às sondas em órbita no Sistema Solar.

Foi a partir da detecção dessas radiações eletromagnéticas que se verificou que o Universo se encontra em expansão e que se determinaram os elementos químicos produzidos em cada estrela e sua temperatura.

Infravermelho

Os seres humanos e alguns outros animais também emitem radiação, fruto do calor gerado pelo metabolismo de seus corpos. São ondas na faixa do infravermelho, também chamadas de ondas de calor. Fogueiras, fornos e outros dispositivos que geram calor emitem ondas na região do infravermelho.

A faixa do infravermelho vai de $3 \cdot 10^{12}$ Hz a $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz, aproximadamente.

UM POUCO MAIS

Aplicações da radiação na faixa do infravermelho

A radiação na faixa do infravermelho é uma radiação com um grande número de utilidades, por exemplo, a comunicação entre o controle remoto e o aparelho de TV.

A radiação infravermelha também tem aplicações na área médica, como a ação analgésica e em casos de rigidez articular, edemas e machucados na pele, pois pode melhorar a circulação sanguínea local.

Na estética, a radiação infravermelha é utilizada como auxiliar no tratamento de flacidez da pele.

Assim como qualquer outro tratamento medicinal, o uso da radiação infravermelha deve ser bem administrado para evitar riscos à saúde.

Atualmente, os termômetros de infravermelho vêm ganhando destaque em substituição aos antigos termômetros de mercúrio e os digitais, devido não só à precisão e rapidez na leitura de temperaturas, como também à segurança, uma vez que o mercúrio é altamente tóxico.

O infravermelho também ganhou destaque nos equipamentos de segurança como alarmes, câmeras e portas automáticas. É utilizado, ainda, em instrumentos operacionais como sondas e imageadores que, acoplados a satélites meteorológicos, registram o vapor de água na atmosfera. Usando a mesma tecnologia, também é possível detectar as variações de temperatura entre o topo e a base das nuvens com boa precisão, fornecendo dados para elaborar mapas térmicos.



Os controles remotos utilizam a radiação infravermelha para estabelecer a comunicação com a TV.



Nos tratamentos de fisioterapia, o paciente é exposto a radiação na faixa do infravermelho emitida por uma lâmpada.

Orientações didáticas

Comente que as radiações das estrelas serão abordadas com mais detalhes no capítulo 13.

A radiação infravermelha tem uma vasta aplicação em diversos setores. Reserve um tempo para conversar com os estudantes sobre os exemplos apresentados no box *Um pouco mais* e, caso considere pertinente, apresente a eles as informações do texto complementar a seguir, sobre esse tema.

Texto complementar

Infravermelho

[...]

Em 1800, Sir William Herschel (1738-1822) descobriu que a luz do Sol ao passar por filtros de luz de cores diferentes permitia que diferentes níveis de “calor” passassem. Ele montou um experimento simples para estudar a “potência de aquecimento dos raios coloridos”: ele separou os raios coloridos solares com um prisma de vidro e mediu a temperatura de cada cor. Ele observou um aumento na temperatura conforme ele movia um termômetro da parte violeta até a vermelha do “arco-íris”. Por curiosidade Herschel também mediu as temperaturas na região logo após a cor vermelha, onde não há luz visível, e para sua surpresa, ele encontrou as temperaturas mais altas nesta região. Ele deduziu a presença de “raios caloríficos” invisíveis. A partir daí muitos pesquisadores desenvolveram experimentos buscando semelhanças entre esta energia invisível e a luz visível. Elas foram finalmente reveladas quando, em 1847, Armand Hippolyte, Luis Pizeau e Jean B. Foucault da França mostraram que a radiação infravermelha produzia padrões de interferência semelhantes aqueles da luz visível.

[...]

FIOCRUZ. Infravermelho.
Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=123&sid=9>> (acesso em: 25 out. 2018).

Orientações didáticas

O espectro visível já foi abordado no capítulo 10. Neste momento, portanto, basta retomá-lo brevemente e apresentar as aplicações do *laser* na Medicina.

Com o apoio da lista criada no levantamento dos conhecimentos prévios no início do capítulo e utilizando os exemplos apresentados no livro do estudante, explore as características e as aplicações do espectro visível, da radiação ultravioleta, dos raios X e dos raios gama.

Por ser um termo comum em veículos de comunicação, o estudo das radiações ultravioleta costuma despertar o interesse dos estudantes. Caso seja possível, leve para a sala de aula uma luz negra para apresentar a eles. Alguns protetores solares, sabão para lavar roupas e cédulas (de qualquer valor) adquirem aspectos diferenciados quando iluminados com a luz negra.

Comente com os estudantes que a faixa da radiação UV (100 nm a 400 nm) da radiação solar é comumente dividida em três:

- UVA (320 nm a 400 nm) – a menos energética;
- UVB (280 nm a 320 nm) – um pouco mais energética que a UVA, utilizada na síntese da vitamina D e que é parcialmente absorvida na atmosfera;
- UVC (100 nm a 280 nm) – a mais energética e que causa sérios danos ao ser humano quando exposto a altas doses dessa radiação. É quase totalmente absorvida na atmosfera.

Relembre que a camada de ozônio é a responsável pela absorção de parte da radiação UV na atmosfera e enfatize que a redução da camada de ozônio, provocada principalmente pela ação antrópica, aumenta a incidência de queimaduras e o risco de câncer de pele. Aproveite essa oportunidade para reforçar a importância da utilização de protetores solares ao expor-se ao sol.

Espectro visível

A faixa do espectro de luz visível compreende frequências capazes de sensibilizar o olho humano, e vão de $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz, aproximadamente.

As lâmpadas, a luz que vemos do Sol e das estrelas, assim como as cores dos objetos, estão associadas a ondas eletromagnéticas na faixa do visível.

Como vimos no capítulo 10, o *laser* é uma radiação luminosa concentrada e intensa, que pode ser emitida a partir da excitação de gases como hélio, neônio e outros elementos químicos.

A radiação do *laser* está na faixa do visível e, por se tratar de uma radiação concentrada e intensa, apresenta aplicações específicas e cuidados especiais.

Na Medicina, o *laser* pode ser utilizado como instrumento cortante, como o bisturi, em vários tipos de cirurgia, principalmente as que exigem maior precisão, como as de catarata e de miopia.

Ultravioleta

O ultravioleta, faixa compreendida entre $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz e $3 \cdot 10^{17}$ Hz, é uma radiação que não pode ser vista pelo olho humano.

É uma radiação importante para a fixação do cálcio nos ossos e para a fotossíntese dos vegetais clorofilados. No entanto, a exposição demasiada à radiação ultravioleta pode causar câncer de pele.

A lâmpada de luz negra emite radiação ultravioleta. É utilizada na detecção de cédulas e documentos falsos. É comum encontrá-las também em iluminações de festas, quando se deseja manter o ambiente escuro, mas com realce de vestimentas brancas.



A radiação ultravioleta é importante nos primeiros anos de vida do ser humano.

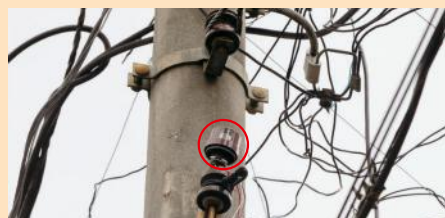


UM POUCO MAIS

Sensores fotoelétricos

Os sensores fotoelétricos podem proporcionar, basicamente, dois efeitos: variar propriedades de componentes elétricos a partir da incidência de energia luminosa ou converter a energia luminosa em energia elétrica. Tem aplicação em sistemas de segurança, controle, geração de energia elétrica, medicina, entre outros. Para cada finalidade se utiliza um sensor específico.

Os tipos de sensores mais comuns são o LDR, os fotodiodos e as fotocélulas.



Os LDR são dispositivos cuja resistência elétrica varia de acordo com a incidência de luz. São utilizados nos circuitos de controle da iluminação pública (circulados em vermelho na imagem). Ao diminuir a luminosidade natural, a resistência elétrica do LDR varia, e a lâmpada acende.



As fotocélulas, também chamadas de células fotovoltaicas ou células solares, compõem as placas fotovoltaicas utilizadas na conversão de energia solar em energia elétrica, como você estudou no 7º ano.

Indicação de leitura

Caso queira saber mais sobre os mecanismos de atuação dos protetores solares, sugerimos a leitura do artigo a seguir:

FLOR, Juliana; DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. Protetores solares. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/qn/v30n1/26.pdf> (acesso em: 17 out. 2018).

Raios X

Os raios X estão compreendidos na faixa de frequência que vai de $3 \cdot 10^{17}$ Hz a $3 \cdot 10^{19}$ Hz. Trata-se de uma radiação ionizante (leia o boxe *Um pouco mais*, logo a seguir) produzida quando os elétrons são desacelerados bruscamente ao colidir com um alvo metálico.

Essa radiação foi descoberta em 1895 pelo físico alemão **Wilhelm Conrad Röntgen** (1845-1923), que você conheceu no capítulo 9, e recebeu esse nome porque Röntgen desconhecia a sua natureza. Ainda assim, a descoberta lhe rendeu o prêmio Nobel de Física em 1901.

Röntgen verificou que os raios X apresentam a propriedade de atravessar materiais de baixa densidade, como pele e músculos, e de serem facilmente absorvidos por materiais densos, como os ossos.

Em decorrência disso, os raios X foram amplamente utilizados na Medicina. Com o avanço tecnológico, os raios X também ganharam outras aplicações, como no tratamento de câncer, em outros exames de imagem como tomografia e mamografia, em segurança nos aeroportos, para investigação de conteúdo de bagagens, e em pesquisas científicas.



A radiografia é uma técnica utilizada em exames de imagem a partir da exposição do corpo a raios X. As partes mais claras indicam tecidos mais densos, como o ósseo, e as partes mais escuras indicam tecidos menos densos, como o muscular.



UM POUCO MAIS

Radiações ionizantes × Radiações não ionizantes

A energia associada a uma onda eletromagnética é diretamente proporcional à sua frequência. Assim, quanto maior a frequência da onda, mais energia ela transporta.

Radiações de alta frequência podem interagir com a matéria provocando a saída de elétrons dos átomos, tornando-os ionizados. As radiações que tornam os átomos ionizados são chamadas de **radiações ionizantes**.

Já as que não apresentam energia suficiente para isso, de menores frequências, são chamadas de **radiações não ionizantes**. As radiações não ionizantes vão desde as ondas de rádio até o limiar entre o ultravioleta e os raios X. Desse ponto em diante, as ondas eletromagnéticas são chamadas de radiações ionizantes.

Considerando os limites de exposição, as radiações não ionizantes não causam efeitos danosos ao ser humano. Por outro lado, as radiações ionizantes são muito perigosas e, de acordo com o tempo de exposição e a energia da radiação, podem causar mutações genéticas, tumores malignos e até mesmo levar à morte.

Raios gama

Os raios gama são caracterizados por ondas eletromagnéticas com frequências superiores a $3 \cdot 10^{19}$ Hz. Altamente ionizantes, os raios gama são emitidos pelos núcleos atômicos de elementos químicos instáveis, em um fenômeno chamado de **radioatividade**. Esses elementos químicos são ditos elementos radioativos.

Orientações didáticas

Explique aos estudantes que a intensidade da radiação está relacionada à energia que ela transporta, a qual está relacionada à sua frequência. Essa é uma boa oportunidade para abordar quanto uma radiação pode ser penetrante e danosa, trabalhando o conteúdo do boxe *Um pouco mais*.

Caso queira se aprofundar neste tema, sugerimos a leitura do texto complementar a seguir.

Texto complementar

Radiação ionizante

[...]

O átomo se encontra em equilíbrio quando os seus elétrons e seus núcleos se encontram em orbitais estacionários. Se partículas ou ondas eletromagnéticas forem lançadas contra ele, sob certas condições físicas, elas poderão colidir com alguns de seus elétrons ou com o seu núcleo. No choque, a radiação transfere parcial ou totalmente a sua energia que, se for superior à energia de ligação, provocará uma ionização ou uma reação nuclear, no átomo ou no núcleo, respectivamente.

[...] A interação dessas ondas com a matéria desencadeará uma série de ionizações. Nessas interações, os fótons, associados às ondas, transferirão parte de sua energia para os elétrons fruto dessas ionizações, que serão postos em movimento.

Por sua vez esses elétrons, através de processos de dissipação de energia, transferirão sua energia aos átomos e moléculas dispostos ao longo do caminho – o que provocará novas sequências de ionizações.

Dessa forma, os efeitos biológicos, de maior ou menor gravidade conforme o organismo ou tecido irradiado, serão consequência das alterações físico-químicas no meio intracelular exposto à radiação ionizante.

[...]

PARANÁ. Secretaria da Saúde. **Radiação ionizante:** conceitos importantes. Disponível em: <www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=821> (acesso em: 25 out. 2018).

Orientações didáticas

Peça aos estudantes que leiam o pequeno histórico da radioatividade apresentado nesta página. Em seguida, com o auxílio do texto do boxe *Em pratos limpos*, apresente a diferença entre radiação e radioatividade.

Na sequência, promova um debate sobre os aspectos positivos e negativos de cada tipo de radiação. Intervenha em alguns momentos para abordar os riscos das radiações dos celulares (o boxe *Um pouco mais* “Riscos da radiação do celular”, página 180, pode ser utilizado como apoio), das radiações altamente ionizantes (raios X e raios gama) e das radiações particuladas (alfa e beta).

Ao final do debate, proponha algumas perguntas aos estudantes, como: “Como os cientistas descobriram a radioatividade?” e “Os cientistas que trabalharam com radioatividade podem ter sofrido algum dano à sua saúde?”. A leitura prévia do texto desta página poderá subsidiar as respostas deles, mas certifique-se de chamar a atenção da turma para as consequências do uso indiscriminado das radiações e para os perigos que ele pode representar.



EM PRATOS LIMPOS

Qual a diferença entre radiação e radioatividade?

Radiação pode ser entendida como a energia que se propaga através de ondas eletromagnéticas e/ou partículas.

Radioatividade pode ser interpretada como a emissão associada de partículas (alfa e beta) e de radiação eletromagnética (raios X e raios gama) pelo núcleo de átomos instáveis com o objetivo de atingir estabilidade.

Símbolo internacionalmente utilizado para indicar a presença de elementos radioativos e radiações ionizantes.

Como já visto no capítulo 9, o fenômeno da radioatividade foi descoberto em 1896 pelo físico francês **Antoine Henri Becquerel** (1852-1908) através de trabalho realizado com sais de urânio. O desenvolvimento de seus trabalhos nessa área teve a participação do casal de cientistas **Pierre Curie** (1859-1906) e **Marie S. Curie** (1867-1934), ele francês e ela polonesa, e proporcionou a eles o prêmio Nobel de Física em 1903. Apesar da importante descoberta, ainda não se conheciam as características daquelas radiações.

Somente em 1900, o cientista francês **Paul Ulrich Villard** (1860-1934) conseguiu evidências de que os raios gama eram ondas eletromagnéticas.

Apesar de o Sol e as estrelas emitirem raios gama, a descoberta da radioatividade só se deu pela pesquisa com elementos químicos radioativos, pois os raios gama não chegam à superfície da Terra. Essa radiação é totalmente absorvida na parte mais alta da atmosfera.

Impressionados com a perspectiva de novas possibilidades que a radioatividade poderia proporcionar, o casal Curie começou a trabalhar com a energia nuclear, energia associada aos elementos radioativos. Na época, o foco das pesquisas se dava em torno de como controlar a radioatividade, já que ela ocorria de forma espontânea.

O crescimento do conhecimento sobre a radioatividade levou ao surgimento da **radioatividade artificial** e, com ela, surgiram novos horizontes para o uso da radiação gama e da energia nuclear.

Infelizmente, a corrida armamentista fez uso da energia nuclear de forma desastrosa, nas bombas atômicas utilizadas na Segunda Guerra Mundial. Ainda impulsionados com o armamento bélico, foram realizados outros testes atômicos em menor escala. Estes, no entanto, fizeram com que o ser humano percebesse o quão desastrosa essa tecnologia poderia ser em todos os sentidos, pois, além da destruição de estruturas causada pela energia nuclear gerada com a explosão, também ocorrem os efeitos da radiação ionizante nos seres vivos expostos a ela.

Atualmente, a utilização dos fenômenos radioativos está predominantemente voltada para fins pacíficos, como na geração de energia elétrica e na Medicina, no tratamento e no diagnóstico de enfermidades.

Radioatividade artificial:

radiação emitida por elementos químicos artificiais, que não ocorrem naturalmente na natureza, ou por equipamentos, como aceleradores de partículas.

As radiações ionizantes e a Medicina

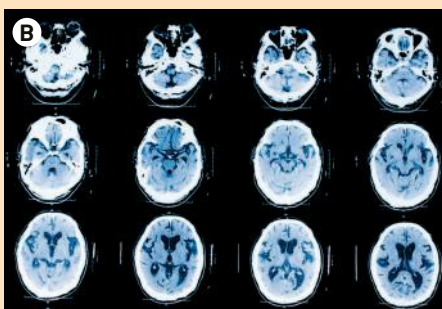
O desenvolvimento tecnológico fez com que, nas últimas décadas, a radiação ionizante fizesse parte do cotidiano da Medicina.

Além da radiografia, da tomografia e da mamografia, que fazem uso dos raios X, outros exames que utilizam as radiações ionizantes permitem um diagnóstico mais detalhado de certas enfermidades. A cintilografia é um exemplo disso: o paciente ingere um **radiofármaco** que é absorvido pela corrente sanguínea e passa a emitir radiação que é detectada por um equipamento que mapeia o corpo, identificando possíveis enfermidades.

Além do uso diagnóstico, as radiações ionizantes podem ser também utilizadas no tratamento de enfermidades. Tanto os raios X quanto os raios gama são utilizados na radioterapia com o intuito de eliminar células cancerígenas causando o menor dano possível aos tecidos saudáveis ao redor.

À medida que a ciência se aprimora, surgem novas possibilidades, como a utilização da radiação ionizante em cirurgias intracranianas para a eliminação de tumores, a esterilização de artefatos médicos, o tratamento de efluentes e resíduos industriais, além da modificação de materiais poliméricos (plásticos), etc.

Radiofármaco: preparado farmacêutico radioativo, usado como agente diagnóstico ou terapêutico.



A tomografia consiste em um exame diagnóstico no qual o paciente recebe a injeção de um radiofármaco e é colocado em um equipamento chamado tomógrafo (A). Nesse equipamento, encontram-se detectores da radiação ao redor do paciente, que mapeiam a região do corpo que deve ser analisada (B).

Todavia, é importante ressaltar que o uso tanto dos raios X quanto da radiação gama deve ser minuciosamente avaliado e controlado.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



- As características das ondas eletromagnéticas.
- O espectro eletromagnético.
- As ondas eletromagnéticas que compõem o espectro eletromagnético (ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios X e raios gama).
- Aplicações das ondas eletromagnéticas.
- Radioatividade: aplicações e riscos.

Orientações didáticas

Caso haja a possibilidade, convide um profissional de saúde para conversar com os estudantes sobre as aplicações das radiações ionizantes na Medicina. Se isso não for possível, considere solicitar à turma que procure entrevistar um profissional envolvido com radiações. Ao final da entrevista, peça aos estudantes que escrevam um artigo e o apresentem para a turma. Caso considere necessário, desenvolva essa atividade com o auxílio do professor de Língua Portuguesa.

Indicações de leitura

Para mais informações sobre as radiações ionizantes na Medicina sugerimos a leitura dos artigos a seguir:

- AZEVEDO, Ana Cecília Pedrosa de. **Radioproteção em serviços de saúde**. Fiocruz. Disponível em: <www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf> [acesso em: 25 out. 2018].
- RODRÍGUEZ, Mário Antônio Bernal. **Aplicações médicas das radiações ionizantes**. Instituto de Física/Unicamp, 2017. Disponível em: <www.ifi.unicamp.br/gfs/Abner/FM003-A/Bernal.pdf> [acesso em: 25 out. 2018].



No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Classificando as ondas no espectro eletromagnético”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

1 e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

3. Alternativa **b**.

Como todas as radiações apresentam a mesma velocidade, a que tiver menor frequência terá maior comprimento de onda. Olhando para o espectro eletromagnético, podemos concluir que a radiação ultravioleta tem comprimento de onda maior que os raios X.

4. Onda 1

$$- f_1 = 1200 \text{ MHz} = 1,2 \cdot 10^9 \text{ Hz} \rightarrow \text{micro-onda.}$$

Onda 2

$$- f_2 = 4,3 \text{ THz} = 4,3 \cdot 10^{12} \text{ Hz} \rightarrow \text{infravermelho.}$$

5. A região A representa osso e a região B representa pele e músculo. Como a pele e os músculos absorvem menos raios X que os ossos, a região B da radiografia teve maior penetração de raios X do que a região A.

ATIVIDADES



PENSE E RESOLVA

1 As radiações que chegam à Terra provenientes do Sol sofrem alterações em algumas grandezas físicas associadas a elas. Indique e justifique no caderno a alternativa que apresenta uma grandeza que, com certeza, não é alterada: **Alternativa c**.

a) velocidade;

b) comprimento de onda;

c) frequência;

d) amplitude;

e) intensidade.

2. Ondas de rádio →
→ Micro-ondas →
→ Infravermelho →
→ Luz amarela → Luz azul →
→ Ultravioleta → Raios X →
→ Raios gama

2 Em seu caderno, copie as radiações eletromagnéticas apresentadas abaixo, colocando-as em ordem crescente de frequência.

Micro-ondas	Raios gama
Ondas de rádio	Raios X
Infravermelho	Luz amarela
Luz azul	Ultravioleta

3 A energia associada a uma onda eletromagnética é diretamente proporcional à sua frequência, ou seja, quanto mais alta é a frequência da onda, maior a energia a ela associada e maior a sua capacidade de penetração. No espectro de ondas eletromagnéticas abaixo são apresentados os tipos de ondas e a faixa de frequência a que correspondem.



(Os elementos não estão em proporção de tamanho entre si. Cores fantasia.)

Com base nessas informações, a radiação ultravioleta, no vácuo, **Alternativa b**.

a) tem frequência menor que a radiação infravermelha;

b) tem comprimento de onda maior que os raios X;

c) tem comprimento de onda maior que as micro-ondas;

d) é mais penetrante que os raios X;

e) apresenta mais energia que os raios gama.

Justifique sua resposta no caderno.

Resposta nas Orientações Didáticas.

4 Em sua pesquisa, um cientista trabalha com 2 tipos de ondas eletromagnéticas, a onda 1 de frequência $f_1 = 1200 \text{ MHz}$ ($\text{MHz} = 10^6 \text{ Hz}$) e a onda 2 de frequência $f_2 = 4,3 \text{ THz}$ ($\text{THz} = 10^{12} \text{ Hz}$). Qual a classificação dessas ondas no espectro eletromagnético? **Resposta nas Orientações Didáticas.**

5 Observe a radiografia a seguir:



Radiografia de mão.

Nela são apresentadas duas regiões, A (mais clara) e B (mais escura), que recebem quantidades de raios X da mesma fonte. Em qual região da radiografia houve maior penetração de raios X, na região A ou na região B? Justifique. **Resposta nas Orientações Didáticas.**

SÍNTESE

Com base nas radiações do espectro eletromagnético, responda:

- Quais são as radiações consideradas ionizantes? **Raios X e raios gama.**
- Quais são as radiações consideradas não ionizantes? **Ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, visível e ultravioleta.**
- Quais as possibilidades de uso de cada uma delas? (Cite, pelo menos, uma utilidade de cada uma.)
Resposta nas Orientações Didáticas.

DESAFIO

Parte de um artigo de jornal é apresentada abaixo:

“...Esses equipamentos emitem um tipo de radiação com comprimento de onda em torno 360 mm. Quando começaram a ser comercializados, os cientistas diziam que a radiação era inofensiva. Atualmente, entre os pesquisadores, o tema começa a dividir opiniões, sinalizando que alguns cuidados dever ser levados em consideração...”

Considerando que a expressão matemática que relaciona a velocidade de propagação da onda (v) com seu comprimento de onda (λ) e sua frequência (f) é dada por $v = \lambda \cdot f$ (que você estudou no capítulo 11) e que o valor da velocidade das ondas eletromagnéticas pode ser considerado $v = 3 \cdot 10^8$ m/s, responda:

- Qual é a frequência da onda tratada no artigo? **Resposta nas Orientações Didáticas.**
- Qual é a classificação da onda tratada no artigo? **Onda de rádio (próxima das micro-ondas).**
- Possivelmente, o artigo deve estar tratando de que equipamento? **Telefone celular.**
- Quais cuidados devem ser levados em consideração na utilização desses equipamentos? **Deve-se evitar a exposição excessiva às ondas eletromagnéticas e, quando possível, usar o fone de ouvido ou o viva voz.**

PRÁTICA

Gerando ondas eletromagnéticas

Objetivos

Gerar ondas eletromagnéticas e investigar seus efeitos.

Material

- 1 bateria de 9 V
- 1 rádio que sintonize estações AM e FM
- 1 ralador de metal
- 2 fios com as extremidades desencapadas para ligação
- Fita adesiva

Procedimento

- Fixe uma das extremidades de um dos fios a um dos polos da bateria e a outra extremidade do fio a uma parte metálica do ralador.
- Fixe uma das extremidades do outro fio ao outro polo da bateria.
- Ligue o rádio na faixa de AM e sintonize-o em uma estação.
- Percorra o ralador com a extremidade livre do segundo fio e observe a interferência que ocorre na recepção do sinal do rádio.

Discussão final 1. Ao percorrer o fio pelo ralador, o circuito elétrico é fechado de forma intermitente, gerando as ondas eletromagnéticas.

- Explique de maneira simplificada como foi gerada a onda eletromagnética com o ralador.

- O que você pode dizer a respeito da frequência da onda eletromagnética gerada com o ralador em relação à frequência da estação de rádio?

A frequência da onda eletromagnética criada com o ralador é bem próxima da frequência da estação de rádio.



Tiago Donizete Leme/Arquivo da editora

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Síntese

- Veja a reprodução do livro do estudante.
- Ondas de rádio: transmissão de rádio e TV.
 - Micro-ondas: comunicação via satélite, celulares e forno de micro-ondas.
 - Infravermelho: controle remoto, Medicina (auxiliar nos tratamentos de flacidez, rigidez articular, edemas, entre outros) e satélites meteorológicos.
 - Visível: iluminação.
 - Ultravioleta: prevenção de falsificações de notas e bronzeamento artificial.
 - Raios X: radiografia e radioterapia.
 - Raios gama: radioterapia e tomografia.

Desafio

- $$v = \lambda \cdot f$$

$$3 \cdot 10^8 = 0,36 \cdot f$$

$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{0,36}$$

$$f \cong 8,3 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$
- e d) Veja a reprodução do livro do estudante.

Prática

Organize a turma em grupos de 4 a 5 estudantes e peça que iniciem a atividade prática. Acompanhe os grupos auxiliando e esclarecendo os estudantes sobre os procedimentos da atividade. É importante que todos respeitem o volume do rádio para que um grupo não atrapalhe o outro e para que se possa identificar as interferências causadas pela onda eletromagnética.

Ao final da atividade prática, solicite aos estudantes que respondam às questões desta página e, em seguida, corrija-as coletivamente. Aproveite para comentar que equipamentos elétricos que usam motores (liquidificador, máquina de lavar, etc.) geram ondas eletromagnéticas como a que eles criaram e também causam a mesma interferência nas ondas do rádio.

Discussão final

- e 2. Veja a reprodução do livro do estudante.

Competências gerais da BNCC

- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
- Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
- Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.



Unidade

3

Terra e Universo

Fotografia da cidade de Moscou, capital da Rússia, tirada a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS) na noite de 28 de março de 2012.

188

Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
- Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

- Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
- Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética. ►



A fotografia foi tirada a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS). Nela é possível ver as estrelas, o clarão da reflexão da luz pela atmosfera e pela superfície terrestre, as luzes das cidades e o colorido esverdeado da aurora boreal.

É provável que as primeiras civilizações achessem impossível, um dia, ver a Terra do espaço. O que pensariam, então, se vissem um astronauta?

Foi um caminho longo até o ser humano conseguir orbitar a Terra em uma estação espacial. Várias concepções foram se formando com o desenvolvimento científico e novas descobertas a respeito do Universo surgiram a partir da observação no espaço.

Nesta unidade estudaremos a evolução das estrelas, o Sistema Solar, as várias interpretações dos primeiros grupos de seres humanos a respeito do Universo e como seria a vida fora da Terra.

Nesta unidade

Nesta unidade concluímos o estudo da unidade temática Terra e Universo, abordando a evolução das estrelas, avaliando hipóteses sobre a origem do Universo e conhecendo a sua composição.

Os estudantes serão apresentados aos avanços tecnológicos na área espacial e a um novo entendimento da evolução do Universo, de sua formação até os dias atuais. Oriente-os a observar cada detalhe da imagem de abertura de unidade, feita a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS). Explique que a ISS é um tipo de laboratório espacial que envolve diversos programas espaciais de diferentes países. Sua montagem aconteceu aos poucos e durou 13 anos. Mencione que a estação se encontra em órbita baixa (entre 340 km e 353 km), o que possibilita que seja vista da Terra a olho nu. Destaque que a ISS auxilia no desenvolvimento dos estudos de observação do Universo, fundamentais para a compreensão sobre sua origem e evolução. Comente ainda que, como parte do Universo, as estrelas visíveis na fotografia também têm uma origem, bem como um término, completando sua evolução. A origem do Universo e das estrelas são assuntos do primeiro capítulo desta unidade. Nos demais, serão explorados conteúdos relacionados ao Sistema Solar e à possibilidade de existência de vida fora dele, à interpretação dos astros pelos povos antigos e às hipóteses de como seria a vida dos seres humanos fora da Terra.

Indicação de site

(acesso em: 28 out. 2018)

A Estação Espacial Internacional pode ser vista a olho nu de qualquer lugar do Brasil. Por meio da plataforma *Spot The Station* (do inglês, *Aviste a Estação*), você pode inserir o nome de sua cidade e ver a data, o horário, o tempo de visibilidade e a posição no céu para avistar a estação. Consulte a plataforma no endereço: <<https://spotthestation.nasa.gov/>>.

- Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Habilidade da BNCC

(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Explicar o desenvolvimento inicial do Universo a partir da teoria do *big-bang*.
- Associar algumas descobertas recentes, como a “radiação cósmica de fundo”, às ondas gravitacionais como evidências da expansão do Universo.
- Descrever as principais características presentes nas diferentes nebulosas.
- Identificar e caracterizar os diferentes tipos de estrela e outros astros que podem surgir a partir das nebulosas.
- Explicar o início e o final da vida de uma estrela com base no processo denominado sequência principal, que caracteriza todo ciclo de vida estelar.
- Caracterizar os processos de evolução das supergigantes vermelhas, das supernovas, das gigantes vermelhas e das nebulosas planetárias.
- Estimar em que fase da sequência principal se encontra atualmente nossa estrela principal, o Sol.
- Discutir as possíveis consequências que ocorrerão em nosso planeta e no Sistema Solar quando o Sol chegar à fase final de sua evolução estelar.

Objetos de conhecimento

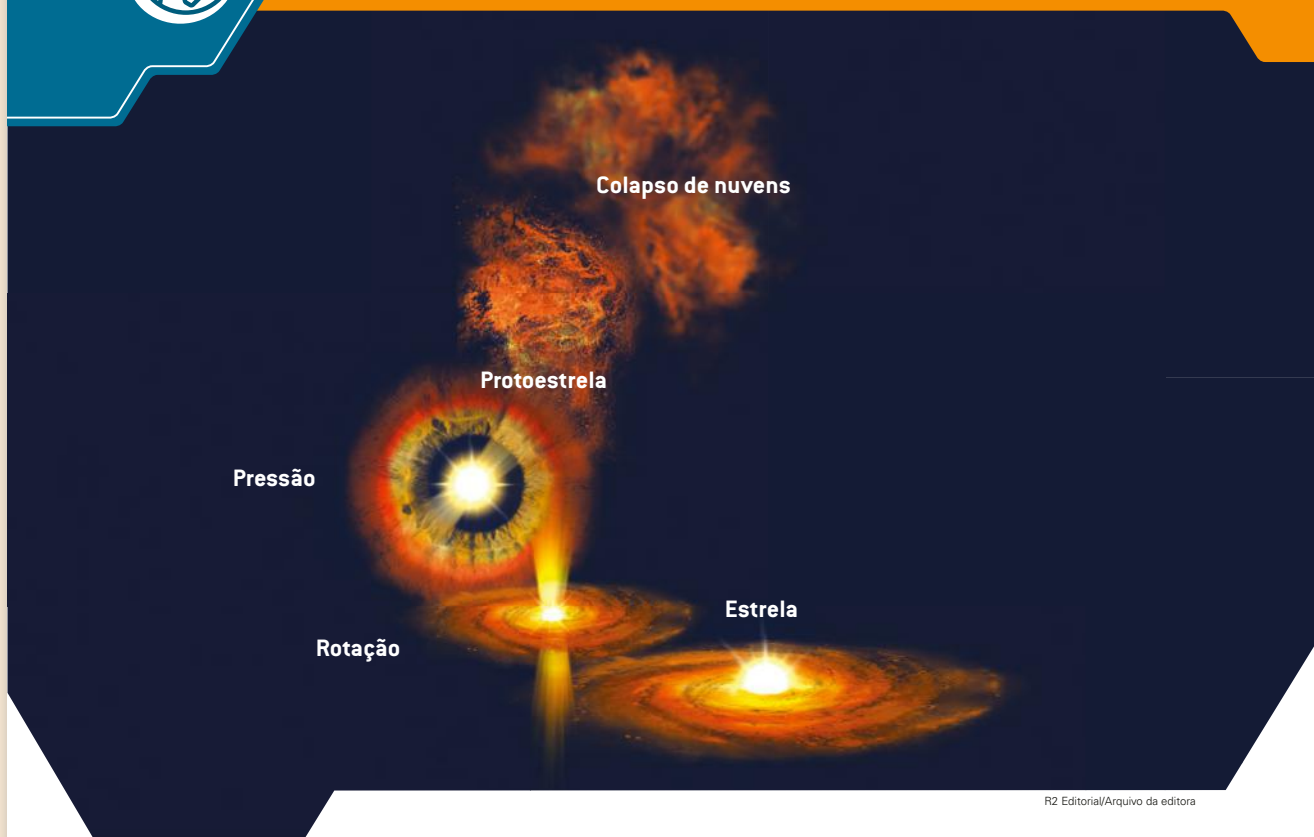
- Expansão do Universo.
- Evolução estelar.
- Sequência principal do Sol.

Capítulo

13



Ciclo das estrelas



R2 Editorial/Arquivo da editora

Representação artística do nascimento de uma estrela.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Segundo astrônomos e astrofísicos, as estrelas também apresentam ciclos, isto é, “nascem, crescem e morrem”.

Os elementos químicos naturais que conhecemos hoje resultam da evolução de bilhões de pequenas e grandes estrelas presentes nas milhões de galáxias existentes no Universo em expansão.

Mas como se iniciou o Universo? Como ocorre o “nascimento” de uma estrela? Quanto tempo de vida tem uma estrela? Por que as estrelas “morrem”? O Sol e as demais estrelas têm a mesma idade e as mesmas características? Por quanto tempo a humanidade poderá contar com a presença do Sol? Ele também apresenta um ciclo de nascimento, desenvolvimento e morte? Essas e outras perguntas sempre instigaram os seres humanos, cientistas ou não.

Neste capítulo vamos estudar um pouco mais sobre a origem do Universo e a “vida” das estrelas, incluindo o Sol, a estrela principal do nosso sistema planetário.

190

Problematização/Conhecimentos prévios

Apresente aos estudantes a imagem de abertura do capítulo. Avalie os conhecimentos prévios deles sobre o tema a ser estudado a partir das perguntas: “Como surgiu o Universo?”; “Vocês já ouviram falar em *big-bang*?”; “O Universo é formado por galáxias. Quantas galáxias existem?”; “O que são estrelas?”; “Como e quando nasce e morre uma estrela?”; “As estrelas são todas do mesmo tipo e do mesmo tamanho?”; “Que tipo de estrela é o Sol? Qual é a idade do Sol?”.

Outra forma de realizar essa abordagem inicial é organizar os estudantes em duplas e solicitar a eles que realizem, sem consultar o livro do estudante, as seguintes atividades:

- Escreva um pequeno texto imaginando como pessoas leigas e que não dominam o assunto descreveriam o início do Universo utilizando a teoria da “grande explosão”, ou *big-bang*.
- De onde e como surgiu toda matéria que forma os planetas, as luas, as estrelas, as galáxias, enfim, o Universo?

Teoria cosmológica

A teoria cosmológica mais aceita atualmente para explicar o desenvolvimento inicial do Universo é a teoria do *big-bang*. Originada com base na *hipótese do átomo primordial*, também conhecida como “ovo cósmico”, foi proposta pelo físico e padre jesuíta belga Georges Lemaître (1894-1966), sendo posteriormente desenvolvida pelo físico russo George Gamow (1904-1968) no final da década de 1930.

O termo *big-bang* teria surgido de um hipotético comentário do astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001), defensor de outro modelo para o Universo. Hoyle, na década de 1940, em uma entrevista de rádio, teria usado uma expressão jocosa referindo-se à teoria como “teoria do estrondão”, que acabou se popularizando como teoria do *big-bang*.

Segundo a teoria do *big-bang*, estima-se que o Universo teve seu início em uma grande e repentina **expansão**, ocorrida há cerca de 13,8 bilhões de anos. Não se sabe exatamente como ocorreu o *big-bang*. De acordo com a teoria, o Universo teria se expandido rapidamente a partir de um ponto de tamanho muito pequeno, de densidade infinita e com temperatura extremamente alta. Em um tempo menor que um segundo, teriam surgido os primeiros prótons e nêutrons. Tão grande era a quantidade de energia armazenada que, em apenas dois minutos após a expansão primordial, o Universo já contava com alguns anos-luz de diâmetro e começavam a surgir os primeiros núcleos atômicos – 90% deles de hidrogênio e 10% de hélio – e alguns traços de lítio.

À medida que o Universo expandia e a temperatura diminuía drasticamente em relação à temperatura inicial, a ligação entre elétrons e núcleos foi se estabilizando, permitindo o surgimento dos primeiros átomos e moléculas. Em 1 bilhão de anos após a expansão primordial, originaram-se as primeiras estrelas no interior das primeiras galáxias e, aproximadamente 9 bilhões de anos após o início da expansão do *big-bang*, formava-se o Sol com seu sistema planetário.

Georges Lemaître e Albert Einstein durante conferência sobre a origem do Universo na Califórnia, nos Estados Unidos, em 1933.



AlbumFotoarena

Capítulo 13 • Ciclo das estrelas 191

Neste capítulo

Há diferentes teorias para a origem do Universo. Neste capítulo, conheceremos uma delas, que associa o surgimento do Universo a uma expansão muito rápida, semelhante a uma grande explosão: a teoria do *big-bang*.

Ao mesmo tempo que o Universo se expande, segue ampliando o espaço, tomando forma e criando matéria: partículas elementares, elementos químicos e aglomerados em grandes nuvens de gases que deram origem às primeiras estrelas. Por sua vez, bilhões de estrelas, já espalhadas pelo Universo em expansão, iniciam a formação de milhares de galáxias.

A compreensão de como surgiu o Universo é essencial para o entendimento da evolução das estrelas e para identificação de seus diferentes estágios, como as supergigantes vermelhas e gigantes vermelhas, que na sua sequência principal (ciclo de vida) podem originar nebulosas planetárias, supernovas, anãs brancas, estrelas de nêutrons ou buracos negros.

Para que os estudantes possam compreender em que etapa da vida estelar se encontra o Sol, é necessário conhecer o processo de nascimento, vida e morte das estrelas.

Comente que o Sol se encontra no meio de sua sequência principal. Estima-se que daqui a cinco bilhões de anos suas camadas mais externas provocarão uma gigantesca contração semelhante a uma implosão, que formará uma nebulosa planetária, e o núcleo solar dará origem a uma anã branca até se tornar uma enorme esfera de carbono frio. Então, questione: “Quais as implicações disso para o planeta Terra?”



- ▶ Permita que as duplas compartilhem oralmente suas opiniões escritas e incentive a troca de informações entre os estudantes de cada dupla. Lembre-se de que, nesse momento, não são esperadas respostas conceitualmente corretas, mas conexões entre aquilo que os estudantes já sabem com o conteúdo que será estudado.

Orientações didáticas

Reforce que a teoria cosmológica do *big-bang* é a mais aceita pela comunidade científica atualmente, mas não é a única. Em seguida, apresente os argumentos que fundamentam essa teoria, construída com base na expansão do Universo. Apesar de o nome sugerir uma explosão, isso não significa necessariamente que tenha ocorrido. Utilize a ilustração do boxe *Em pratos limpos* para explicar o evento de origem do Universo com o exemplo do balão. Sugere-se que você comente com os estudantes a importância da fundamentação científica na exposição de fatos e evidências. Oriente-os a consultar, além do livro do estudante, fontes de cunho científico, como artigos de universidades e revistas especializadas no tema.

Explore os detalhes da sequência de eventos que resultou no surgimento da Terra (e dos demais planetas do Sistema Solar) e destaque que esses eventos ocorreram e ocorrem em uma escala de tempo muito diferente da que estamos acostumados. Falamos em bilhões de anos quando nos referimos à idade do Universo e em nosso cotidiano lidamos com horas, dias, meses e anos.

Indicação de leitura

Para facilitar a compreensão da escala de tempo utilizada em Astronomia, trabalhe com os estudantes a leitura do texto **Do início de tudo com o *big-bang* até os dias atuais**, do projeto Física e Cidadania da Universidade Federal de Juiz de Fora, disponível em: <www.ufjf.br/fisicaecidadania/conteudo/big-bang/> (acesso em: 28 out. 2018).

O texto explora o conceito de calendário cósmico desenvolvido pelo astrofísico e escritor Carl Sagan (1934-1996), em que todos os eventos desde a origem do Universo são organizados e distribuídos ao longo de 1 ano (365 dias).



EM PRATOS LIMPOS

O *big-bang* não foi uma explosão

O *big-bang* não foi uma explosão, em que a matéria se espalha de um ponto central para regiões circundantes. Em vez disso, o espaço em si se expandiu com o tempo em todos os sentidos e aumentou a distância física entre os materiais que foram se formando.

Em outras palavras, o *big-bang* não foi uma explosão no espaço, mas sim uma expansão do próprio espaço. Poderíamos compará-la com o inflar de um balão, em que a superfície do balão é o próprio espaço. Ao inflá-lo, estaríamos expandindo a superfície já existente.

Os cientistas admitem que o próprio tempo-espaço se originou a partir do *big-bang*.



A teoria do *big-bang* comparada ao inflar de um balão.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

PR Editorial/Arquivo da editora

Supõe-se que o espaço não existia e que o Universo teria se expandido, surgindo a partir daí, em vez de ter sido meramente preenchido. Imediatamente após o *big-bang*, em alguns milionésimos de segundos, surgiram as partículas elementares que formariam a matéria e, com ela, os primeiros elementos químicos.

A concentração desses elementos químicos em alguns pontos do Universo iniciou a formação das primeiras estrelas. No interior delas, começava a produção de novos elementos, como o carbono, o oxigênio e o ferro.

Em seguida, iniciou-se a formação das galáxias, com elementos mais densos se espalhando por gases e gerando novos astros e estrelas. Ao girar ao redor das estrelas, esses elementos mais densos começaram a se concentrar, dando origem a sistemas planetários como os que conhecemos hoje.

Com o desenvolvimento e a utilização de telescópios e radiotelescópios, e em função do grande avanço tecnológico na área da computação, a comunidade científica está conseguindo fazer uma verdadeira “volta ao passado”, isto é, investigando as primeiras radiações (ondas eletromagnéticas) que ocorreram nos tempos iniciais do *big-bang* e que ainda se propagam pelo Universo em expansão. Segundo alguns cientistas: “Quanto mais longe vamos em direção ao passado, mais informações obtemos no presente para entender a origem do Universo”.

A importante descoberta da “radiação cósmica de fundo”, um tipo especial de onda eletromagnética, é um exemplo dessa investigação ao passado. Ela representa uma espécie de “fóssil” de uma época em que o Universo era muito novo, sendo uma das evidências do *big-bang*. A radiação cósmica de fundo surgiu quando ocorria transformação de matéria em energia ou de energia em matéria.

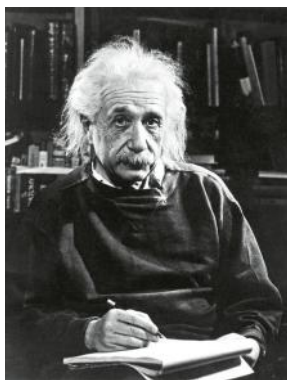
Nsf/steffen Richter/harvard University/ SPL/Fotoarena



No início de 2016, cientistas estadunidenses revelaram a primeira detecção de ecos do *big-bang*, uma das mais importantes descobertas para entender as origens do Universo: as **ondas gravitacionais**.

As ondas gravitacionais, previstas por Albert Einstein (1879-1955) quase um século atrás, são ondulações minúsculas e primitivas que se propagam pelo cosmo. A descoberta dessas ondas é uma peça importante para a compreensão da formação do Universo, além da constituição dos elementos nele existentes, como galáxias, estrelas, nebulosas e vastas extensões de espaço vazio.

A teoria das ondas gravitacionais previstas por Albert Einstein foi confirmada. Fotografia tirada em 1947.



Philippe Halemey/Magnum/Latinstock

A primeira evidência direta da expansão do Universo foi observada no polo sul com um telescópio chamado Bicep (Imagem de Fundo de Polarização Cósmica Extragaláctica, na sigla em inglês) e anunciada por especialistas do Centro de Astrofísica (CfA) de Harvard-Smithsonian nos Estados Unidos. Fotografia tirada em 2014.

Terra e Universo

Capítulo 13 • Ciclo das estrelas 193

Orientações didáticas

Caso considere pertinente, compartilhe com os estudantes as informações do texto complementar a seguir, sobre o surgimento do Universo.

Texto complementar

Ecografia de um universo-bebê

[...]

Modelos teóricos sugerem que pequenas variações na energia do universo, antes do *big-bang*, produziram ondas gravitacionais, como aquelas previstas na teoria da relatividade geral, de Einstein.

Não queira saber como são essas ondas gravitacionais. Elas não oferecem uma visualização aos nossos olhos como as ondas do mar. Resultam de modelos matemáticos, nos quais são como as ondas do mar, só que no espaço ocupado por campos gravitacionais.

Apesar de inúmeras tentativas, jamais haviam sido detectadas, até que recentemente medidas de polarização da RCF [radiação cósmica de fundo] feitas com o auxílio de um radiotelescópio instalado na Estação Polo Sul Amundsen-Scott, na Antártida, sugeriram sua existência.

[...]

As ondas gravitacionais estão sendo “observadas” a partir do efeito que causam na RCF. A radiação polarizada sempre vibra em determinada direção. Ao atravessar uma região onde existe onda gravitacional, essa direção de polarização pode girar, à direita ou à esquerda.

Os cosmólogos denominam o fenômeno de polarização tipo-B e o consideram uma espécie de impressão digital das ondas gravitacionais. O conjunto de medidas e interpretações constitui o que alguns chamam de ecografia de um universo-bebê. [...]

SANTOS, Carlos Alberto dos. A mais velha luz do Universo. *Ciência Hoje*, 5 dez. 2014. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/a-mais-velha-luz-do-universo/>> (acesso em: 28 out. 2018).

Orientações didáticas

Retome o debate realizado na abertura do capítulo e, a partir da análise do infográfico, solicite aos estudantes que comparem as informações contidas nas respostas com as ideias apresentadas no infográfico.

Compare as informações apresentadas nesta dupla de páginas com o conteúdo sobre as ondas gravitacionais e a radiação cósmica de fundo. Espera-se que os estudantes compreendam essas ondas como evidências dos eventos que caracterizaram o *big-bang*. Reforce a questão da escala de tempo utilizada quando falamos sobre a origem do Universo.

A teoria do *big-bang*

Uma sequência hipotética que apresentasse a grande expansão do espaço poderia ser representada da seguinte forma.

Shoonya/Shutterstock

13,7 bilhões de anos atrás – Ocorria a grande expansão – *big-bang*.

13,6 bilhões de anos atrás – Formaram-se as primeiras estrelas.

13,2 bilhões de anos atrás – Formaram-se as primeiras galáxias.

Hoje – Era estelar. O Universo continua a se expandir sob influência da energia escura, tornando-se menos denso. Energia escura é uma modalidade de energia hipotética, ainda desconhecida pela comunidade científica, que seria responsável pela atual expansão acelerada do Universo.

Há 13,8 bilhões de anos ocorreu o *big-bang*, a expansão do Universo que estaria concentrado em um ponto, criando e distribuindo matéria ao longo de sua extensão.

[Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.]

Orientações didáticas

Sintetize os conceitos analisados com os estudantes informando que os elementos químicos que conhecemos e que formam a matéria espalhada pelo Universo resultam da ação de estrelas que apresentam diferentes ciclos de vida. Informe aos estudantes que, nas próximas páginas, a formação e a distribuição da matéria no Universo serão mais bem trabalhadas.

Indicação de site

(acesso em: 29 out. 2018)

Para conhecer hipóteses sobre o que existia antes de o Universo ser criado, consulte o artigo disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2015/11/17/ciencia/1447754148_458128.html>.

A partir de 10^{11} bilhões de anos – Sob a influência da energia escura, as galáxias fora do Grupo Local atravessariam o horizonte cosmológico.

A partir de 10^{14} bilhões de anos – Começo do fim das estrelas. Os buracos negros começariam a dominar o Universo. Buraco negro é uma região no espaço-tempo com campo gravitacional tão intenso que nem mesmo a luz consegue escapar dele. Tipicamente são formados em processos estelares, no término da evolução de estrelas massivas, ou por acréscimo de massa em estrelas menores.

A partir de 10^{40} bilhões de anos – Restarão apenas buracos negros, mas estarão instáveis, podendo se aniquilar.

Orientações didáticas

Aborde com os estudantes o conceito de nebulosa e explique que são, muitas vezes, regiões de formações estelares. A palavra nebulosa tem origem em um termo do latim que significa “nuvem”, em referência ao formato irregular desses aglomerados de poeira cósmica, hidrogênio e hélio.

Explore as imagens desta página destacando que as nebulosas recebem diferentes classificações de acordo com a forma como se comportam em relação, principalmente, à luz. Caracterize as nebulosas de reflexão e de emissão e destaque que essas formações são, na maioria dos casos, observadas juntas, compondo uma nebulosa difusa.

Incentive a reflexão dos estudantes questionando-os sobre como imaginam que uma nebulosa possa dar origem a uma estrela, introduzindo assim o conteúdo da página seguinte. Utilize perguntas como “Que tipo de evento deve acontecer em uma nebulosa para que uma estrela se forme?”.

Indicação de leitura

Se julgar interessante, trabalhe com os estudantes a leitura do texto **Tudo é poeira**, que relaciona as nebulosas ao nascimento e à morte das estrelas, disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/tudo-e-poeira/>> (acesso em: 29 out. 2018).

► Nebulosas – onde nascem e morrem as estrelas



APODINASA

A nebulosa Cabeça de Cavalo está a 1 500 anos-luz de distância da Terra, localizada dentro de uma nuvem muito maior denominada Nuvem de Órion.

As nebulosas de **emissão** são compostas de gases ionizados que, ao serem atravessados por radiação ultravioleta emitida por uma estrela próxima, passam a emitir luz. A luz emitida é avermelhada devido ao hidrogênio, gás mais comum no Universo.

Geralmente as nebulosas de emissão e de reflexão são vistas juntas e, neste caso, são chamadas de nebulosas **difusas**.

O nascimento de uma estrela ocorre em uma nebulosa. As nebulosas são nuvens de gás no espaço compostas de hélio e hidrogênio ou, ainda, misturadas com poeira e gelo de estrelas que explodiram.

Há diferentes tipos de nebulosa: as de reflexão, as de emissão, as escuras e as planetárias.

A grande maioria das nebulosas conhecidas é de **reflexão** e não possui limites bem definidos. São compostas de gás e poeiras que refletem luz de uma ou mais estrelas vizinhas.



APODINASA

Nebulosa de reflexão chamada M78, localizada na constelação de Órion, distante cerca de 1 500 anos-luz da Terra.



ESONASA

Nebulosa de emissão chamada N44, localizada na galáxia Grande Nuvem de Magalhães, distante cerca de 170 000 anos-luz da Terra.

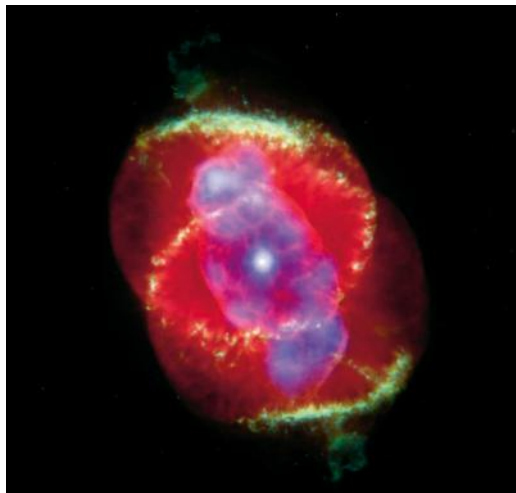


Tony & Daphne Hallas/SPL/Photoarena

Nebulosa de Órion, uma nebulosa difusa, localizada na constelação de Órion, distante cerca de 1 500 anos-luz da Terra.



Nebulosa escura chamada LDN1768, localizada na constelação de Ofiúco, distante cerca de 25 800 anos-luz da Terra.



Nebulosa planetária chamada Olho de Gato, localizada na constelação do Dragão, distante cerca de 3 300 anos-luz da Terra.

As nebulosas escuras são compostas de gás e poeira e são assim chamadas porque são vistas como nuvens de partículas de poeira em silhuetas contra uma região mais clara no espaço. Estão associadas a regiões de formação estelar.

Quando uma estrela morre (implode e explode), a maior parte da sua estrutura é lançada ao espaço, formando uma nebulosa. As nebulosas planetárias são formadas por gases expelidos por uma estrela pequena que está morrendo.

Quando uma estrela muito grande morre, e gera uma supernova, há também a formação de nuvem de gases, mas estes são chamados de resíduos de supernova e podem gerar novas estrelas.

» Como nasce uma estrela?

Os gases nas nebulosas, em grande parte hidrogênio e hélio, formam gigantes nuvens moleculares. Ao sofrerem turbulências causadas pela explosão de uma supernova ou pela aproximação de uma outra nuvem de gases, ocorrerá uma contração dos gases provocando adensamentos em algumas regiões. Tais adensamentos passam a formar pequenas concentrações de gases mais frios, que se contraem e acabam por se **colapsar** no centro, dando origem a um disco em rotação com uma **protoestrela** em seu núcleo.

Durante o colapso dos gases, a pressão e a temperatura no centro da protoestrela aumentam até se estabilizar, minimizando a ação da implosão.

Com o aumento da pressão e da temperatura (entre 8 a 10 milhões de graus Celsius), iniciam-se as reações **termonucleares** no centro da protoestrela. Os átomos de hidrogênio se juntam num processo de fusão nuclear, dando origem a átomos de hélio, liberando muita energia por meio de radiações (luz e ondas eletromagnéticas). Esse seria, segundo os cientistas, o “nascimento” de mais uma estrela.

Colapsar:

contrair;
implodir;
concentrar a sua massa em um volume cada vez menor.

Protoestrela:

protótipo de estrela que poderá dar origem a uma nova estrela.

Termonuclear:

é o processo de elevação da temperatura a ponto de provocar a união de núcleos leves de átomos.

Orientações didáticas

Explique aos estudantes o que são nebulosas escuras e planetárias, comparando-as com as nebulosas de emissão e de reflexão. Explore as imagens apresentadas na página para ilustrar os conceitos abordados.

A seguir, apresentamos um quadro com algumas nebulosas mais próximas da Terra:

Nebulosa	Tipo	Distância da Terra (anos-luz)
Dumbbel	Planetária	1360
Órion	Difusa	1300
Anel	Planetária	2300
Lagoon	Difusa	4100
Ômega	Difusa	5000
Trífid	Difusa/reflexão	5200
Eagle	Difusa	7000
Rift	Escura	2500-7000
Carina	Difusa	8000

Fonte: SCAGELL, Robin. *The Ultimate Interactive Atlas of Space*. Londres: Quarto Children's Books, 2008.

Em seguida, explique as etapas do nascimento de uma estrela a partir de uma nebulosa, destacando o papel das reações de fusão nuclear no processo. Trabalhe o glossário apresentado no livro do estudante, uma vez que muitos dos termos utilizados no texto podem ser estranhos à maioria dos estudantes e são, de modo geral, fundamentais para a compreensão do processo de nascimento de uma estrela.

Indicação de site

(acesso em: 29 out. 2018)

Para obter mais informações sobre a formação das estrelas, acesse o material do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, disponível em: <www.astro.iag.usp.br/~carciofi/aulas_aga0210/aula9.pdf>.

Orientações didáticas

Comente com os estudantes que a fusão nuclear, apresentada no box *Um pouco mais*, é um dos focos de pesquisa para encontrar novas fontes de geração de energia. Um dos principais problemas para se realizar a fusão nuclear é que ela só é alcançada em altas temperaturas. Os cientistas buscam maneiras de poder realizá-la a baixas temperaturas, mas ainda não obtiveram êxito.

Na sequência, explique que as temperaturas das estrelas são medidas na escala Kelvin. Caso considere pertinente, retome com os estudantes a relação entre as escalas Celsius e Kelvin:

$$T_K = T_C + 273$$

Relembre que na escala Kelvin, ou escala absoluta, adota-se como zero a menor temperatura possível no Universo. O zero kelvin (0 K) é um valor teórico que corresponde ao mais baixo nível térmico, isto é, àquele no qual a agitação das partículas se reduziria a zero. A temperatura zero kelvin corresponde a -273°C . Nessa escala, a temperatura de fusão do gelo tem valor de 273 K e a temperatura de ebulição da água, 373 K.

Para fazer um paralelo com a cor das estrelas, comente que alguns metais, quando aquecidos, emitem luz. Por exemplo, se aquecermos um prego na chama do fogão, ele esquentará e começará a emitir luz vermelha. A cor que o metal aquecido apresenta está relacionada à temperatura e à composição dele.

Apresente a tabela com a classificação das estrelas de acordo com a temperatura de sua atmosfera e a radiação emitida e explique que, apesar de o Sol estar classificado como estrela amarela, a cor que recebemos da luz solar aqui na Terra é branca.



UM POUCO MAIS

Fusão nuclear

Toda a energia que a Terra recebe diariamente é proveniente de reações termonucleares que ocorrem em nosso Sol.

As temperaturas altíssimas no centro do Sol fornecem a energia de ativação necessária para que átomos de hidrogênio (H) se unam, em um processo denominado fusão nuclear, produzindo átomos de hélio (He) e energia.

Neste processo, uma pequena parte de matéria transformada libera enorme quantidade de energia. Só por curiosidade, saiba que 1 grama de hidrogênio, através da fusão, libera uma quantidade de energia igual à liberada na queima de 20 toneladas de carvão.

A sequência principal

A protoestrela, ao se tornar uma estrela verdadeira, dá início ao ciclo de vida estelar, chamado de **sequência principal**.

A estrela se mantém na sequência principal enquanto promove a fusão nuclear, transformando quatro núcleos de hidrogênio em um núcleo de hélio e mantendo estável o seu brilho. Essa fase representa a etapa mais longa da vida de uma estrela, e é pela análise de sua massa que se pode estimar seu tempo de vida na sequência principal. Uma estrela com muita massa é muito mais quente e, por isso, mais luminosa. Além disso, sua coloração estará mais próxima do azul do que do vermelho e seu tempo de vida será menor.

Como são classificadas as estrelas?

A classificação estelar é definida pela radiação (cor) que a estrela emite, também definindo a temperatura de sua atmosfera. Assim, as estrelas serão classificadas da mais quente para a mais fria, sendo cada classe associada a uma cor característica.

As classes das estrelas são identificadas por O, B, A, F, G, K e M. Além disso, suas massas são relacionadas à massa do Sol. Vejamos o quadro a seguir:

Classe	Temperatura em Kelvin	Cor convencional	Massa
O	Acima de 33 000 K	Azul	Acima de $16 \cdot M_{\text{Sol}}$
B	De 10 000 K a 33 000 K	Azul-branco	De $2,1$ a $16 \cdot M_{\text{Sol}}$
A	De 7 500 K a 10 000 K	Branco	De $1,4$ a $2,1 \cdot M_{\text{Sol}}$
F	De 6 000 K a 7 500 K	Amarelo-branco	De $1,04$ a $1,4 \cdot M_{\text{Sol}}$
G	De 5 200 K a 6 000 K	Amarelo	De $0,8$ a $1,04 \cdot M_{\text{Sol}}$
K	De 3 700 K a 5 200 K	Laranja	De $0,45$ a $0,8 \cdot M_{\text{Sol}}$
M	De 2 000 K a 3 700 K	Vermelho	Abaixo de $0,45 \cdot M_{\text{Sol}}$

O Sol é uma estrela de cor **convencional amarela** da classe G, com temperatura de $5\,780\text{ K}$ e massa $M_{\text{Sol}} = 2 \cdot 10^{30}\text{ kg}$. Apesar de estar classificado como estrela amarela, a cor que recebemos da luz do Sol aqui na Terra é branca.

Afinal, qual é a cor do Sol?

A classificação das estrelas, incluindo o Sol, baseia-se na temperatura efetiva caracterizada nos espectros luminosos que apresentam, ou seja, na distribuição da energia em função do comprimento de onda (nos capítulos de eletromagnetismo e de luz e cores, você estudou o espectro de energia baseado no comprimento de onda e na frequência das ondas eletromagnéticas). A cor convencional é apenas um artifício usado para explicar essa classificação e coloca nosso Sol como uma das estrelas de tipo espectral G2, chamadas de “estrelas amarelas”.

No entanto, como a emissão de luz na **fotosfera** solar ocorre com temperatura média de 5 775 K (ou 5 500 °C), em todas as bandas do espectro luminoso (do vermelho ao violeta), isso dá ao Sol a característica de cor branca.

Em seus estudos anteriores, você viu que a cor branca é a junção de todas as cores do espectro de cores. É definida como “a cor da luz” em cores-pigmento. É a cor que reflete todos os raios luminosos, não absorvendo nenhum e, por isso, aparecendo com clareza máxima.

E por que observamos o Sol “amarelo” ou “avermelhado” ao entardecer ou ao nascer do Sol?

O Sol parece amarelo devido a fenômenos luminosos ocasionados pela atmosfera da Terra.

Na realidade, a visão que temos do céu a, aproximadamente, 30 km de altura, onde o ar é muito rarefeito, é do espalhamento e da difusão da luz solar pela nossa atmosfera. Como esse espalhamento da luz solar é seletivo, a luz-cor com menor comprimento de onda ou maior frequência, no caso o azul e o violeta, é espalhada inicialmente e com mais intensidade, e a luz-cor vermelha e amarela, de maior comprimento de onda e menor frequência, é espalhada posteriormente, sendo mais difícil de ser distribuída pelo céu.

O céu “amarelo e avermelhado”, que observamos no alvorecer ou no pôr do sol, também é resultado do espalhamento seletivo da radiação solar pela atmosfera. Nesse período do dia, em que o Sol está bem próximo ao horizonte, seus raios atingem a superfície terrestre em um ângulo muito agudo, percorrendo um trajeto muito maior para chegar até nós, tendo de atravessar grande parte da baixa atmosfera, que contém maior concentração de vapor de água e muitas partículas em suspensão.

Nessa situação, a parcela azul do feixe de luz solar é totalmente espalhada bem antes de se aproximar da nossa visão.

A coloração do céu durante o nascer ou o pôr do sol está relacionada à dispersão e ao espalhamento da radiação solar pela atmosfera. Pôr do sol na ilha de Aruba, nas Antilhas Holandesas, 2018.



Cuidado! Não olhe para o Sol para tentar verificar sua coloração. Nunca olhe direta e fixamente para o Sol com os olhos desprotegidos! Isso pode ocasionar danos aos olhos.

Fotosfera: é a região em que um corpo celeste deixa de ser opaco à luz, ou seja, quando ele começa a aparecer visivelmente.

Orientações didáticas

Faça a leitura coletiva do boxe *Em pratos limpos*, relacionando-o com a classificação estelar. Destaque o espectro visível da luz branca e explique que, em função de sua temperatura, o Sol emite radiação em todas as bandas desse espectro, de forma que a luz que chega até a Terra é branca (a combinação de todas as cores). Se possível, apresente aos estudantes imagens do prisma de Newton, um experimento para estudo da dispersão da luz.

Então, esclareça que enxergamos a luz do Sol com tonalidades diferentes ao longo de um dia, porque a atmosfera terrestre dispersa os raios solares, separando as cores de formas distintas em função do ângulo de incidência desses raios. Mencione, ainda, que nos grandes centros urbanos, em que a concentração de poluentes na atmosfera é maior, a dispersão da radiação solar acontece de forma intensificada para as cores de menor comprimento de onda (azul e violeta), favorecendo a passagem das cores de maior comprimento de onda (laranja e vermelho). Considerando que as cores que enxergamos ao pôr do sol são de maior comprimento de onda quanto mais partículas em suspensão há na atmosfera, podemos afirmar que quanto maior for a presença de poluentes mais avermelhado será o pôr do Sol.

Orientações didáticas

O assunto desta e da próxima página demanda alguns pré-requisitos (conceitos) vistos anteriormente em Química e Física. Recomendamos que proceda a leitura conjunta destes tópicos com os estudantes e debata, ponto a ponto, as informações sequenciais do processo de morte de grandes estrelas para que possam, a partir disso:

- compreender o nascimento de novas estrelas;
- inferir de onde vieram/surgiram os elementos químicos que conhecemos e organizamos em uma tabela periódica;
- entender e justificar a frase histórica de Carl Sagan: “Somos feitos de poeira das estrelas”.

Relembre os conceitos de nebulosa, incluindo os subtipos, e sequência principal e prossiga explorando com os estudantes os detalhes do ciclo de vida da principal estrela do sistema planetário em que a Terra se encontra, o Sol.

Incentive a reflexão sobre a morte das estrelas questionando os estudantes: “Todas as estrelas morrerão um dia?”. Espere-se que eles concluam que a resposta mais provável é “sim”.

Indicação de leitura

Se considerar pertinente, trabalhe com os estudantes a leitura do texto **A estrela que se recusa a morrer**, disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/blog/observatorio/post/estrela-que-se-recusa-morrer.html>> [acesso em: 29 out. 2018].

Como morre uma estrela?

Apesar de parecer estranho, uma estrela com grande massa terá menos tempo de vida do que uma de menor massa. Isso ocorre devido à rapidez de consumo dessa massa pelo processo de fusão nuclear, já que ela é seu próprio combustível nesse processo.

Quando praticamente todo o hidrogênio contido no núcleo da estrela é consumido, restando somente hélio, a estrela termina sua fase de sequência principal. A geração de energia passa a ocorrer em camadas mais externas e, após algumas alterações, a estrela mudará a coloração de sua luminosidade, ficando cada vez mais avermelhada e com volume aumentado, tornando-se uma **gigante vermelha**.

Durante essa nova fase, o hélio presente em grande quantidade na estrela também sofrerá fusão nuclear, produzindo um novo elemento – o carbono – e também liberando muita energia.

O hélio, assim como o hidrogênio, também se esgotará com o tempo, e a gigante vermelha passará para uma nova etapa. Se a estrela tiver uma massa de até dez vezes a massa do Sol, não será mais possível a realização da fusão nuclear e a estrela terminará sua vida com um núcleo de carbono. Ao final dessa etapa, as camadas mais externas da estrela provocarão uma gigantesca contração, semelhante a uma implosão, caindo para o núcleo e aumentando enormemente a pressão e a temperatura e, em determinado momento, gerando um *flash* similar a uma grande explosão, expulsando essas camadas para o espaço.

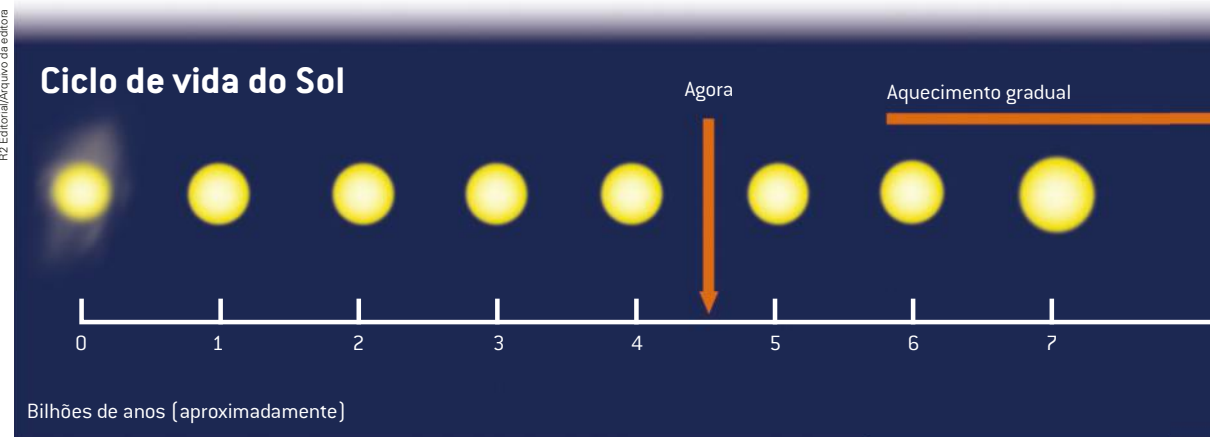
O material expulso nesse *flash* formará uma **nebulosa planetária** e o núcleo da estrela dará origem a uma **anã branca**, cujo brilho irá diminuindo gradativamente de acordo com a diminuição de sua temperatura até se tornar uma enorme esfera de carbono frio no espaço. E, assim, o ciclo de vida desse tipo de estrela terá se encerrado.

Esse será também o destino de nossa estrela central. O Sol está bem no meio de sua sequência principal, tendo cerca de 5 bilhões de anos. Estima-se que ainda demore mais 5 bilhões de anos até se tornar uma gigante vermelha. Quando isso ocorrer, seu volume se tornará tão grande que ele “engolirá” Mercúrio, Vênus e a Terra, além de sua superfície externa encostar em Marte.

Quando o Sol parar a fusão do hélio em seu núcleo e ejetar suas camadas em uma nebulosa planetária, ele se tornará uma anã branca e, depois de bilhões de anos, não emitirá mais nenhuma luz.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

R2 Editorial/Arquivo da editora



Supergigante vermelha

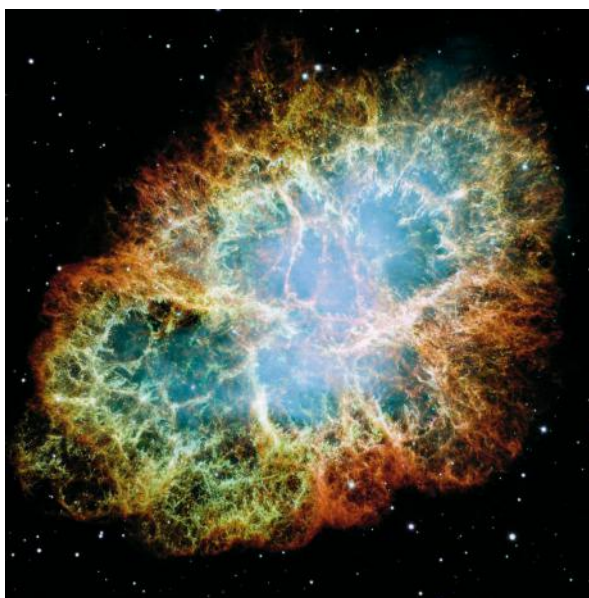
As estrelas tornam-se gigantes vermelhas ao chegar na fase final. No entanto, se a gigante vermelha tiver uma massa entre 10 e 25 vezes a massa do Sol, será considerada uma **supergigante vermelha** e ainda terá energia para continuar a fusão nuclear do carbono e, em seguida, de outros elementos químicos, como oxigênio, neônio, magnésio, silício e, por fim, o ferro. Ao chegar à etapa deste último elemento, a reação torna-se descontrolada e a estrela passa a ser uma **nova** ou **supernova**.

Supernova é um evento astronômico que ocorre durante os estágios finais da evolução de algumas estrelas muito massivas, caracterizado por uma explosão muito brilhante. Em apenas alguns dias o seu brilho pode intensificar-se em 1 bilhão de vezes de seu estado original, tornando-se tão brilhante quanto uma galáxia, mas, com o passar do tempo, sua temperatura e seu brilho diminuem lentamente.

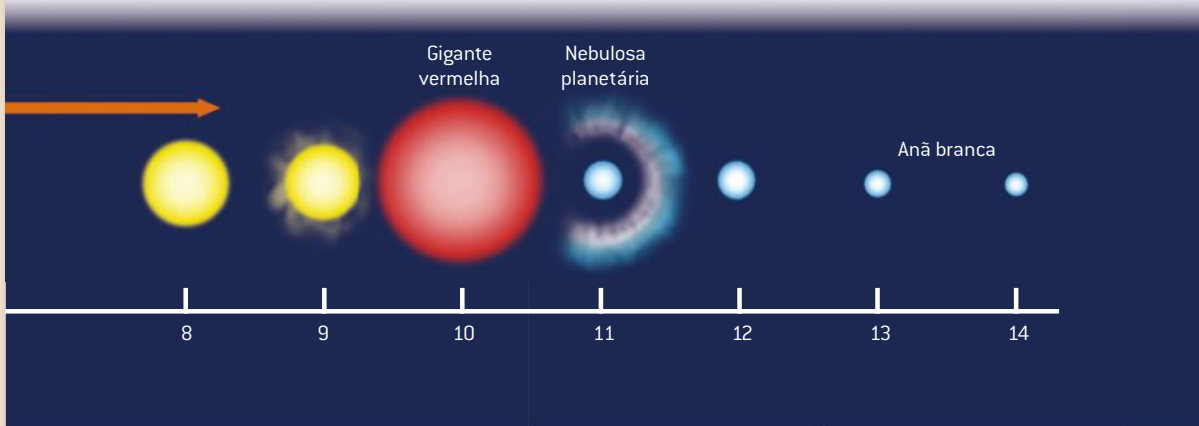
Alguns tipos de supernova, ao explodir, podem expulsar para o espaço até 90% da matéria da estrela original. Se a massa do núcleo restante for superior a 1,5 massa solar, o núcleo se tornará instável e os elétrons serão capturados pelos prótons, originando nêutrons: o resultado é uma estrela de nêutrons, com aproximadamente 15 km de diâmetro e extremamente densa.

Quando a massa do núcleo restante ultrapassa três massas solares, o núcleo se mantém estável e a estrela continua a colapsar, dando origem a um buraco negro.

A Nebulosa do Caranguejo (também catalogada como Messier 1, NGC 1952, Taurus A) é uma remanescente de supernova na constelação de Touro. É a mais intensa fonte de raios X e raios gama. Está a cerca de 6 500 anos-luz da Terra e tem um diâmetro de 10 anos-luz.



ESA, J. Hester, A. Loll (ASU/NASA)



Capítulo 13 · Ciclo das estrelas 201

Orientações didáticas

Considere compartilhar com os estudantes o texto complementar a seguir, que traz uma síntese do processo de morte de uma estrela. Aproveite o assunto para conversar a respeito do futuro do planeta Terra quando acontecer a morte do Sol. Incentive-os a formular hipóteses e imaginar cenários para essa situação.

Texto complementar

Como nasce e morre uma estrela?

[...]

O tempo de vida de uma estrela está diretamente relacionado à sua massa. “As de massa bem maiores que a do Sol, cerca de dez vezes maiores, por exemplo, vão durar dezenas de milhões de anos, enquanto o tempo de vida do astro solar é de 10 bilhões de anos. Já estrelas com um décimo da massa solar têm uma expectativa de vida de várias dezenas de bilhões de anos”, afirma Thais Idiart. A idade atual do Sol é de 4,5 bilhões de anos, “logo, ele tem ainda uns 5 bilhões de anos pela frente”. A professora explica que, durante as fases finais de vida do Sol, ele irá se expandir até atingir a órbita de Marte, transformando-se em uma estrela vermelha gigante. “Nessa fase evolutiva, todos os planetas internos, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, serão extremamente aquecidos. Na Terra, os oceanos se evaporarão e o planeta perderá sua atmosfera”. Terminada a fase de expansão, o astro inicia um processo inverso: “Irá encolher muito até se tornar uma estrela do tipo anã branca. A energia liberada por ele será menor do que a atual e o que restar dos planetas internos estará a temperaturas muito baixas”, prevê.

[...]

KOBAYASHI, E.
Como nasce e morre uma estrela? *Nova Escola*, 1º jul. 2009. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1092/como-nasce-e-morre-uma-estrela>> (acesso em: 29 out. 2018).

Orientações didáticas

Retome a afirmação de que o *big-bang* não foi uma explosão convencional, conforme foi abordado no boxe *Em pratos limpos* da página 192. Para reforçar esse conceito, debata com os estudantes o boxe *Um pouco mais*, que apresenta duas evidências recém-descobertas relacionadas a esse tema, a matéria escura e a energia escura.

Ao abordar matéria escura e energia escura, sugerimos que trabalhe com os estudantes a atividade 3 da seção *Pense e resolva*.

Comente que os buracos negros são difíceis de serem observados da superfície da Terra. Muitas informações e imagens de buracos negros foram interpretadas a partir da observação feitas por sondas e telescópios espaciais, como o Hubble. As imagens de sondas e telescópios espaciais não sofrem distorção, já que nelas não há a atuação da atmosfera, o que proporciona imagens mais claras e nítidas.

Comente também que os telescópios espaciais podem captar imagens a partir de radiação infravermelha e ultravioleta que não podem ser captadas da superfície da Terra, pois são absorvidas pela atmosfera.

Indicações de sites

(acesso em: 29 out. 2018)

- Neste site do Centro de Divulgação Científica e Cultural do setor de Astronomia da Universidade de São Paulo, *campus* de São Carlos, é possível encontrar um artigo sobre evolução estelar, disponível em: <www.cdcc.usp.br/cda/sessao-astronomia/seculooxx/textos/a-evolucao-estelar.htm>.
- Acesse o material do Instituto de Física da Universidade de São Paulo sobre o ciclo de vida das estrelas, disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/GREF/mec33-4.pdf>>.



UM POUCO MAIS

Matéria escura e energia escura

A descoberta de que o cosmos não está só em expansão, mas em ampliação acelerada, é relativamente recente. Foi em 1998 que surgiram as primeiras evidências disso, vindas do estudo de **supernovas** distantes (vamos estudá-las a seguir). Estudar objetos nas profundezas do espaço é como entrar em uma máquina do tempo, pois os vemos como eram quando a luz partiu deles, por vezes, bilhões de anos atrás.

É possível estudar o “estado do Universo” ao longo de toda a sua história, estimada em 13,8 bilhões de anos. Nesse estudo foi possível constatar que, nos primeiros 8 ou 9 bilhões de anos, a expansão inicial estava freando, mas, nos últimos 5 ou 6 bilhões de anos, começou a acelerar, aumentando seu ritmo, movida por alguma força que ninguém sabe o que é e que resolveram chamar de energia escura.

A energia escura é, por muitas vezes, confundida com a **matéria escura**. Porém, são conceitos completamente diferentes – em natureza e efeitos. Enquanto a matéria escura é algo que gera mais gravidade (por exemplo, acelerando as estrelas da periferia das galáxias), a energia escura é algo que parece agir contra a gravidade, acelerando a expansão do Universo.

Elaborado com base em NOGUEIRA, Salvador. O mensageiro Sideral. **Folha de S.Paulo**, 22 jun. 2018.

Disponível em: <<https://mensageirosideral.blogfolha.uol.com.br/2018/06/22/relatividade-vence-de-novo-materia-e-energia-escura-seguem-no-jogo/?loggedpaywall>> (acesso em: 25 ago. 2018).



Representação artística de matéria escura.

Supernova: é um processo que ocorre durante os estágios finais da evolução de algumas estrelas, caracterizado por uma explosão muito brilhante.

Matéria escura: é uma parte do Universo que os astrônomos sabem que existe, mas sobre a qual ainda não há muito conhecimento. É matéria, porque se consegue medir sua existência por meio da força gravitacional que ela exerce. E é escura, porque não emite nenhuma luz.

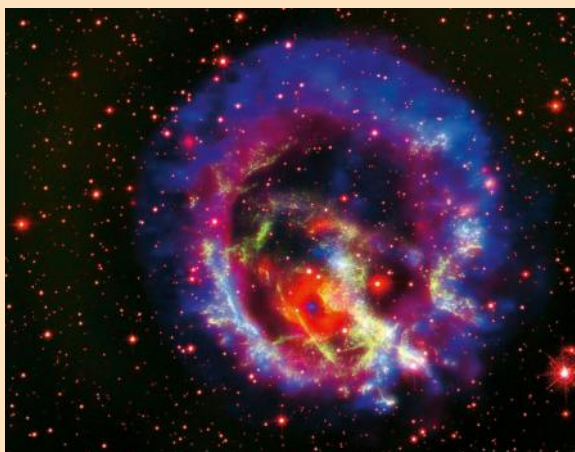
Supernova

A supernova é a etapa final de uma supergigante vermelha e dura pouco tempo em relação às outras etapas, quando as reações termonucleares tornam-se descontroladas. Não ocorre a fusão do ferro em outro elemento, pois não restaria mais energia para seguir adiante com o processo da fusão nuclear. A partir dessa etapa, a supernova entrará em colapso e ejetará em forma de explosão quase toda a sua massa ao espaço, formando uma nebulosa com resíduos de supernova.

A energia gerada com essa explosão permitirá a formação de outros elementos além do ferro. A massa restante se concentrará no núcleo e formará uma **estrela de nêutrons**.

Caso o campo magnético proporcionado pela estrela seja suficientemente intenso, a estrela emitirá luz em forma de cone por seus polos e será um **pulsar**.

Se, em último caso, a estrela tiver uma massa maior que 25 vezes a massa do Sol, após a etapa de supernova, a massa restante da estrela será tão concentrada e densa que seu fim será um **buraco negro**.



Estrela de nêutrons é um estágio na vida de estrelas muito grandes que, depois de consumir todo o hidrogênio em seu núcleo e explodir em uma supernova, podem virar um corpo celeste extremamente denso e compacto onde não há mais átomos, mas um aglomerado de nêutrons. Supernova Remnant 1E102-2-7219, localizada a cerca de 200 000 anos-luz da Terra.



Pulsares são também estrelas de nêutrons. Galáxia M82, distante cerca de 12 milhões de anos-luz da Terra.



Estrelas muito grandes, ao se contrair, tornam-se buracos negros. Na fotografia, concepção artística de um buraco negro.

Orientações didáticas

Para apresentar os conceitos relacionados às supernovas, relembre as etapas da evolução de uma estrela estudadas anteriormente. Com a participação dos estudantes, registre no quadro de giz informações que eles considerarem importantes para a caracterização e a classificação de uma estrela. Caso eles não apresentem contribuições, destaque o papel de fatores como a massa da estrela na determinação da duração do seu tempo de evolução.

Na sequência, faça a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, sobre as supernovas. Explore bem os conceitos de pulsar e estrela de nêutrons, retomando a definição de nêutron com os estudantes. Para isso, relembre quais são as principais partículas subatômicas.

Explore as imagens do boxe e conceitue buraco negro, associando-o à morte de estrelas com massas 25 vezes maiores que a massa do Sol, que se tornam supernovas extremamente concentradas e densas.

Indicações de sites

[acesso em: 29 out. 2018]

Se considerar interessante, trabalhe com os estudantes a leitura dos textos a seguir:

- Os pesos pesados do Universo. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2011/08/04/os-pesos-pesados-do-universo/>>.
- Via Láctea pode ser buraco de minhoca para viagens no tempo. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/01/150122_vialactea_viagens_tem_po_pai>.
- Nas ondas do rádio (trechos “Radioastronomia” e “Indício do big-bang”). Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/nas-ondas-do-radio/>>.

Orientações didáticas

Para concluir as atividades do capítulo, relembre as principais ideias associadas à fusão nuclear. Retome os principais elementos químicos envolvidos no processo (hidrogênio e hélio) e solicite a participação dos estudantes para elencar os demais elementos que podem ser formados nesse tipo de reação nuclear.

Então, incentive a reflexão da turma, propondo perguntas sobre a relação entre a morte de uma estrela e o nascimento de outra. É fundamental que os estudantes compreendam que, com a explosão ocasionada pelas supernovas, formam-se novas nebulosas planetárias, ricas em elementos químicos. Essas, por sua vez, podem interagir com outras nebulosas ou com a energia de outra supernova e originar novas estrelas.

Pergunte se, nessas situações, as estrelas formadas são compostas de uma variedade maior ou menor de elementos químicos. Aproveite o questionamento para abordar o conteúdo do box *Em pratos limpos*, que relaciona a composição química das estrelas com o estabelecimento de gerações de astros. Proponha a leitura coletiva do box e oriente os estudantes para que concluam que a cada nova geração de estrelas surgem também novos elementos.

➤ O início de um novo ciclo

Com a explosão ocasionada pela supernova, haverá um equilíbrio na temperatura da nuvem formada pelos gases e poeiras, gerando uma nova nebulosa planetária, rica em elementos químicos. Essa nebulosa planetária pode se misturar com outras nebulosas de mesma origem ou, ainda, interagir com a explosão de outra supernova e causar um colapso, o que dará origem a uma nova estrela.

Devido aos elementos criados na estrela anterior, essa nova estrela que se formará apresentará maior variedade de elementos. Assim, com a evolução do Universo, de geração em geração, surgem novos elementos a cada ciclo de estrelas.



EM PRATOS LIMPOS

A que geração de estrelas pertence nosso Sol?

O hidrogênio é o elemento mais abundante no Universo e também o mais simples. Após o *big-bang* só existiam, praticamente, o hidrogênio e o hélio.

As primeiras estrelas formadas após o *big-bang*, consideradas da primeira geração, eram compostas basicamente desses elementos químicos e tinham massas gigantescas. Ao morrerem, tornando-se supernovas, outras condições surgiam para que novos elementos surgissem, como carbono, oxigênio, magnésio, silício, ferro, entre outros.

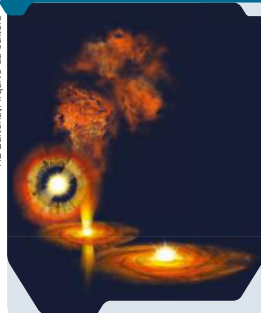
Com a evolução do Universo, dessas supernovas surgiram as estrelas de segunda geração e os sistemas solares, ambos apresentando outros elementos além do hidrogênio e do hélio. A cada nova geração de estrelas surgem, também, novos elementos.

As estrelas muito massivas viveram pouco e “explodiram” transformando-se em supernovas. Na curta fase como supernova, havia temperatura suficiente para surgirem outros elementos como: cobre, zinco, chumbo, prata, ouro, platina, etc. Os elementos identificados atualmente na tabela periódica, como cobre, zinco, chumbo, prata, ouro, platina, entre outros, são provenientes desse evento astronômico. Isso ainda hoje acontece com todas as estrelas que implodem o seu núcleo como supernova, espalhando novos elementos pelo Universo.

Analisando os elementos presentes no Sol e no Sistema Solar, os astrônomos acreditam que o Sol seja uma estrela de, pelo menos, segunda geração, e muito possivelmente de terceira geração.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

R2 Editorial/Arquivo da editora



- Teoria Cosmológica ou teoria do *big-bang*.
- As nebulosas: onde nascem e morrem as estrelas.
- Como nasce uma estrela.
- Como são classificadas as estrelas.
- Gigante vermelha, nebulosa planetária e anã branca.
- Supergigante vermelha e supernova.
- Estrela de nêutron e buracos negros.
- Nebulosas: início de um novo ciclo.

204

Respostas e comentários das questões da p. 205

Pense e resolva

1. O *big-bang* não é uma explosão em que a matéria se espalha de um ponto central. Em vez disso, o espaço em si se expande com o tempo em todos os sentidos e aumenta a distância física entre os materiais que vão se formando.

2. Em um tempo menor que um segundo de expansão, de acordo com a teoria do *big-bang*, teriam surgido os primeiros prótons e nêutrons. A quantidade de energia armazenada era tão grande que, em apenas dois minutos após a expansão primordial, o universo já contava com alguns anos-luz de diâmetro, surgindo os primeiros núcleos atômicos – 90% deles de hidrogênio e 10% de hélio, e alguns traços de lítio. Em 1 bilhão de anos, originaram-se as primeiras estrelas, compostas praticamente de hidrogênio (90%) e hélio (10%).

3. a) Energia escura é uma modalidade de “energia hipotética” que seria responsável pela atual expansão acelerada do Universo. Matéria escura é uma parte do Universo que os astrônomos sabem que existe, mas ainda não sabem exatamente o que seja, só sabem que se trata de matéria e que não emite luz.

b) Segundo os cientistas, a matéria escura é algo que gera mais gravidade, por exemplo, acelerando as estrelas da periferia das galáxias, e a energia escura é “algo” que parece agir contra a gravidade, acelerando a expansão do Universo. ➤

Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

- 1 Uma pessoa, ao explicar sua versão sobre a teoria cosmológica, afirmou: "A teoria do *big-bang* explica, como o próprio nome significa, que o Universo se originou de uma grande explosão, espalhando a matéria que estava concentrada numa pequeníssima região do espaço." Você concorda com essa explicação? Por quê? Justifique.
- 2 Quando teriam surgido as estrelas da primeira geração? Quais seriam os elementos químicos tidos como os principais componentes dessas estrelas? Como teriam surgido?
- 3 Embora alguns fenômenos astronômicos conceituados como matéria escura e energia escura sejam objetos de muita pesquisa pela comunidade científica e necessitem de muitos esclarecimentos, e mesmo que ainda sejam hipotéticos, os cientistas, em evidências observadas, costumam diferenciá-los quanto à origem do fenômeno (sua natureza) e os efeitos que produzem.
 - a) Como são definidos os conceitos de matéria escura e energia escura?
 - b) Segundo os cientistas, quais seriam as principais diferenças causadas pelos efeitos que esses fenômenos provocam no Universo em expansão?
- 4 Você deve ter percebido inúmeras vezes que o céu muda de cor durante o dia. Consulte o boxe *Em pratos limpos*, da página 199, e monte uma explicação para a possível variação da cor do céu durante certos períodos do dia.

SÍNTESE

- 1 As palavras abaixo estão associadas ao ciclo de vida das estrelas.

• Gigante vermelha	• Estrela de nêutrons	• Supergigante vermelha
• Anã branca	• Protoestrela	• Pulsar
• Supernova	• Nebulosa planetária	
• Buraco negro	• Estrela	

 - a) Escolha e utilize as palavras acima, montando a sequência das principais etapas do ciclo de vida do Sol.
 - b) Com base na resposta (sequência) dada no item **a**, explique resumidamente os acontecimentos que caracterizam cada etapa do ciclo de vida do Sol.
- 2 Cientistas afirmam que a "volta ao passado" pode esclarecer algumas hipóteses no presente e ainda prever acontecimentos futuros". Com base no texto desse capítulo, monte um pequeno resumo explicando como os cientistas poderiam justificar a afirmação acima.

DESAFIO

- 1 Observe a ilustração apresentada ao lado:

Nebulosa planetária.
Ciclo de vida estelar.
(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si.
Cores fantasia.)



Capítulo 13 · Ciclo das estrelas 205

Terra e Universo

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Síntese

1. a) Nebulosa planetária → protoestrela → estrela → gigante vermelha → anã branca
b) Sugestão de resposta: Os gases da nebulosa planetária formam nuvens gigantes que provocam adensamentos que colapsam em direção ao núcleo da nebulosa, originando uma protoestrela. Com o aumento da pressão e da temperatura, átomos de hidrogênio dão origem, por fusão nuclear, a átomos de hélio, liberando muita energia. A protoestrela torna-se a estrela Sol e passa a transformar átomos de hidrogênio em átomos de hélio, sendo essa a etapa mais longa de sua evolução. Quando praticamente todo o hidrogênio contido no núcleo da estrela for consumido, restando quase só hélio, o Sol terminará sua fase de sequência principal e ficará avermelhado, com maior volume, tornando-se uma gigante vermelha. Durante essa fase, o hélio presente em grande quantidade no Sol também sofrerá fusão nuclear e liberará muita energia. Ao final, dará origem a uma anã branca, cujo brilho diminuirá gradativamente.
2. Sugestão de resposta: Com o apoio da alta tecnologia computacional, pesquisadores estão conseguindo captar tipos específicos de ondas eletromagnéticas, que ocorreram no período inicial do *big-bang*. Destacam-se a identificação de ondas eletromagnéticas primitivas da "radiação cósmica de fundo" e a identificação de "ecos" ocorridos no início do *big-bang*, que são as ondas gravitacionais que se prolongam pelo cosmo.

4. A variação ocorre devido aos fenômenos ópticos de difusão e de espalhamento seletivo da luz solar pela atmosfera. O céu "amarelo e avermelhado" do nascer ou do pôr do sol é resultado do espalhamento seletivo da radiação solar pela atmosfera. Quando o Sol é visto bem próximo ao horizonte, seus raios percorrem um trajeto muito maior na baixa atmosfera, que contém maior concentração de vapor de água e muitas partículas em

suspensão. Assim, a parcela azul do feixe de luz solar é totalmente espalhada bem antes de aproximar-se da nossa visão, e o que visualizamos é uma mistura dos três últimos feixes de maior comprimento de onda. O horizonte observado vai se tornando mais avermelhado à medida que o Sol se põe, pois o amarelo e o alaranjado vão sendo sucessivamente enfraquecidos em nossa direção.

**Respostas e comentários
das questões**

Desafio

- a) 1ª sequência: 1 – estrela pequena ou pouco massiva com massa de 1 a 10 vezes a massa do Sol; 2 – gigante vermelha; 3 – nebulosa planetária; 4 – anã branca.
- 2ª sequência: 5 – estrela gigante ou estrela com massa superior a 10 vezes a massa do Sol (de 10 a 25 vezes a massa do Sol); 6 – supergigante vermelha; 7 – supernova; 8 – estrela de nêutrons; 9 – buraco negro (ou pulsar).
- b) Não é possível. Uma gigante vermelha é originada de estrela com massa de até 10 vezes a massa do Sol, não tendo energia suficiente para continuar o processo de fusão nuclear, terminando sua vida como uma anã branca e finalmente com um núcleo de carbono frio.
- c) Sim, uma supergigante vermelha (estrelas com massas superiores a 10 massas solares) origina uma supernova e esta pode originar tanto estrelas de nêutrons como outras estrelas anãs brancas, além do buraco negro.

Prática

Antes de iniciar a atividade prática, explique aos estudantes que poderão trabalhar em duplas as questões propostas, porém com registro individual no caderno de anotações.

Escolha o local adequado para a realização da atividade. Caso tenha em posse um prisma óptico, é possível também fazer a projeção do “arco-íris”. Faça os ajustes necessários para que seja bem visível o “arco-íris” projetado na parede ou na cartolina, resultante da decomposição da luz solar. Deixe o aparato em exposição para que possam observar o “arco-íris” e solicite que respondam às questões da discussão final da atividade.

Respostas nas Orientações Didáticas.

- a) Quais os nomes dos astros que poderiam substituir os números nas duas sequências apresentadas na ilustração da página anterior?
- b) Segundo os critérios apresentados no texto e analisando a imagem anterior, é possível uma gigante vermelha originar um buraco negro? Justifique.
- c) É possível uma supergigante vermelha originar também uma anã branca?

PRÁTICA

De que cor é a luz do Sol?

Objetivo

Verificar experimentalmente a decomposição da luz solar nas cores presentes em um pequeno arco-íris.

ATENÇÃO!

Cuidado ao manipular os espelhos, pois eles são frágeis e podem causar acidentes.

Material

- Espelho retangular de no mínimo 15 cm de comprimento por 10 cm de largura. Pode-se conseguir esse espelho em vidraçarias; peça que recortem retalhos no tamanho apropriado (pode ser pouco maior ou menor) e lixem as bordas do espelho para evitar cortes ao utilizá-lo.
- Um recipiente que possa conter água acima da metade de sua capacidade e que permita apoiar inclinadamente o espelho em uma de suas laterais. Pode ser um aquário pequeno ou um pote de plástico. Não é necessário que o recipiente seja transparente. Se for preciso, use fita adesiva para fixar o espelho.

Procedimento

1. Coloque água até a metade do recipiente.
2. Apoie o espelho em uma das laterais internas do recipiente. Mais da metade do espelho deve ficar coberto pela água. Se necessário, coloque mais água.
3. Posicione o recipiente com o espelho próximo a uma parede clara e que seja bem iluminada pelo Sol. Você pode projetar os raios de luz que saem da parte do espelho encoberto pela água em uma parede ou em uma cartolina branca.

4. Você consegue observar um “pequeno arco-íris”? Caso não consiga observá-lo de primeira, procure novas posições deslocando o conjunto sempre iluminado pelo Sol para mais próximo ou afastado do anteparo (parede ou cartolina branca).



Discussão final

1. Quais os “componentes luz-cor” que você consegue minimamente identificar no arco-íris projetado? *Respostas nas Orientações Didáticas.*

2. Reescreva o texto a seguir no caderno, completando os espaços.

A luz se propaga inicialmente pelo ar e, ao mudar de meio, isto é, ao entrar na água, sofre uma primeira refração. Ao incidir no espelho, os raios de luz são refletidos e, ao saírem da água para o ar, sofrem uma segunda refração. O conjunto espelho-recipiente-água funciona como um prisma decompondo a luz do Sol.

Em observações bem detalhadas, muitos especialistas indicam que a luz do Sol pode ser decomposta em sete luzes-cores associadas aos seus respectivos comprimentos de onda, que são, do maior para o menor, os seguintes: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil ou índigo, violeta.

3. Se a luz do Sol fosse somente amarela, diz-se luz monocromática amarela, ela seria decomposta em outras luzes-cores?

Relembre os estudantes e reforce os conceitos de refração e dispersão da luz vistos em fenômenos ópticos no capítulo 10. Insista que nossa visão da luz solar como luz branca é, na verdade, a composição das luzes-cores quando decomposta por um prisma ou nos arco-íris observados na natureza.

1. Em geral as cores mais perceptíveis são: vermelho, amarelo verde, azul e violeta (como está representado na ilustração). Na maior parte das vezes é difícil distinguir o alaranjado (entre o vermelho e o amarelo) e o anil (entre o azul e o violeta).

2. Veja a reprodução do livro do estudante.

3. Uma luz monocromática formada por uma única cor-luz não pode ser decomposta em outras luzes-cores.

Nossa origem cósmica



"O nitrogênio em nosso DNA, o cálcio em nossos dentes, o ferro em nosso sangue, o carbono em nossas tortas de maçã foram feitos nos interiores de estrelas em colapso. Somos feitos de material estelar" – Carl Sagan, *Cosmos*.

[...] A maioria das galáxias, incluindo nossa Via Láctea, provavelmente se formou nos primeiros bilhões de anos após o *big-bang*. Dentro das galáxias, a gravidade leva ao colapso de nuvens de gás e poeira, gerando estrelas e planetas. [...]

Toda a matéria no universo foi gerada no *big-bang*, mas o universo primitivo continha apenas os elementos mais simples: hidrogênio, hélio e um pouquinho de lítio. Todos os demais elementos foram manufaturados por estrelas através de **fusões termonucleares**, nas quais núcleos de baixo peso atômico se juntam para formar núcleos mais pesados, gerando, dessa maneira, os elementos mais pesados a partir dos mais leves. [...]

Durante a maior parte de suas vidas as estrelas geram energia fundindo hidrogênio em hélio, mas perto do final de suas vidas ela passam a gerar energia produzindo elementos como carbono, oxigênio, nitrogê-

nio e ferro. As estrelas massivas morrem em explosões titânicas, (supernovas), nas quais espalham esses elementos pesados no espaço [...].

A nebulosa que deu origem ao nosso sistema solar, embora sendo 98% hidrogênio e hélio, já tinha 2% de todos os outros elementos químicos, que permitiram a formação dos planetas rochosos, como a Terra, e dos próprios seres vivos, há mais ou menos 3,5 bilhões de anos.

Todo o material de que nós somos feitos (exceto hidrogênio e parte do hélio) foram manufaturados nas estrelas que morreram antes do sistema solar se formar. Somos produto das estrelas. Nas palavras do astrônomo Carl Sagan (1934-1996), somos "poeira das estrelas".

Fonte: SARAIVA, M. F. O. **Nossa origem cósmica**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/origem.htm>> (acesso em: 17 out. 2018).

Questões

Respostas nas Orientações Didáticas.

- 1 Você já conhece a fórmula química da água, que é composta de hidrogênio e oxigênio. Comente em um pequeno texto como e onde poderiam ter sido formados os elementos químicos que compõem a água.
- 2 O nitrogênio, o cálcio, o ferro e outros elementos químicos surgiram de estrelas da primeira geração? Justifique.



Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Leitura complementar

Comente com os estudantes sobre a série americana de documentário científico: *Uma odisséia do espaço-tempo*. Essa série é uma continuação da série *Cosmos*, de 1980, que foi apresentada por Carl Sagan. O apresentador da nova série é o físico Neil de Grasse Tyson.

Os estudantes poderão encontrar na internet os episódios de toda série, alguns dublados e outros legendados, que merecem ser vistos, pois complementam muitas informações discutidas neste capítulo e nos próximos três outros.

1. Sugestão de resposta: O hidrogênio é o elemento mais abundante no Universo e já estava presente desde as estrelas de primeira geração. Já o oxigênio deve ter sido produzido em explosão de supernovas e/ou estrelas de segunda ou terceira geração.
2. As estrelas mais antigas, de primeira geração, são compostas praticamente de hidrogênio e hélio. As explosões de supernovas possuem energia suficiente para fundir material pesado e criar os elementos com número atômico acima do carbono, do oxigênio, do ferro e até do urânio, com o material de uma supernova se dispersando pelo espaço interestelar. Portanto, o oxigênio e o resto dos elementos pesados do Universo surgiram com explosões de supernova.

Habilidade da BNCC

(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Explicar a formação do Sistema Solar a partir do modelo da nebulosa solar.
- Enumerar e descrever as etapas da formação do Sistema Solar a partir do colapso de uma grande nuvem de gás interestelar.
- Relacionar a Unidade Astronômica (UA) como unidade de medida mais adequada para a distância entre os elementos que compõem o Sistema Solar.
- Localizar a Via Láctea no aglomerado de galáxias que formam o Grupo Local e enumerar algumas de suas principais características.
- Definir as camadas que compõem o Sol e caracterizá-las de acordo com os fenômenos que ocorrem em cada uma delas.
- Retomar e aprofundar conceitos associados aos temas Cinturão de Asteroides, Cinturão de Kuiper; planetas-anões; asteroides e cometas.

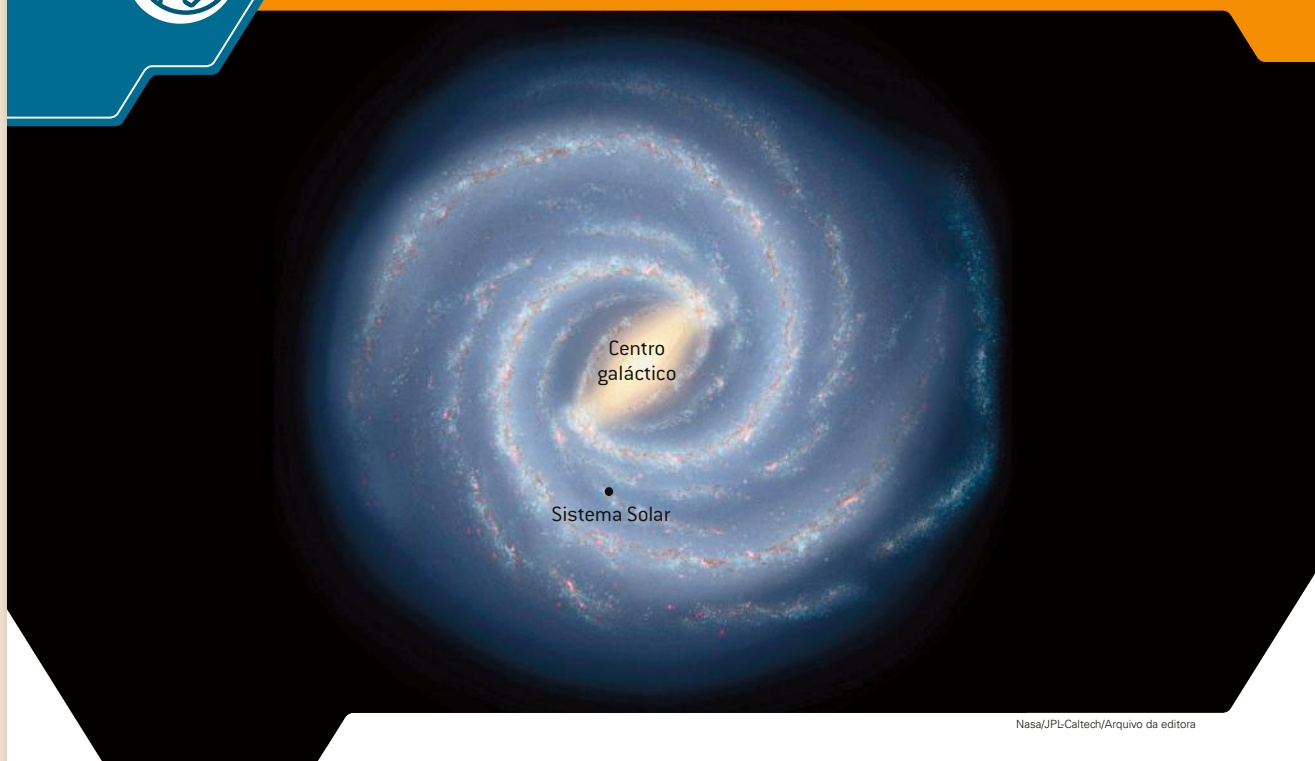
Objetos de conhecimento

- Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo.
- Ordem de grandeza astronômica.

Capítulo 14



Sistema Solar



Nasa/JPL-Caltech/Arquivo da editora

Concepção artística mostrando a localização do Sistema Solar na Via Láctea.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

Desde o 6º ano você vem estudando muita coisa sobre o Universo e seus principais componentes: as galáxias, as estrelas, os planetas, as luas, os cometas, os asteroides e demais astros.

No capítulo anterior, estudamos como se dão o nascimento, a vida e a morte de uma estrela, tendo o Sol como modelo. Você já sabe, também, que nem todos os astros que podemos observar no céu noturno são estrelas, pois não emitem luz própria. Muitos deles são astros iluminados, ou seja, refletem a luz da estrela mais próxima, sendo denominados planetas e satélites ou luas, que, juntos, formam um sistema estelar.

Como o Sol é a nossa principal estrela, a Terra, os demais planetas e as luas formam o Sistema Solar. Mas como se formou o Sistema Solar? Quais são os corpos celestes que compõem o Sistema Solar? Por que os planetas e as luas do Sistema Solar orbitam ao redor do Sol? Onde está localizado o Sistema Solar em nossa galáxia? E onde está a nossa galáxia em relação ao Universo?

Neste capítulo vamos nos aprofundar um pouco mais acerca de informações sobre o Sistema Solar e seus principais componentes.

208

Problematização/Conhecimentos prévios

Apresente aos estudantes a imagem de abertura do capítulo e inicie a abordagem do tema a ser estudado com algumas questões, como: “Dos astros que vemos no céu, quais deles pertencem ao Sistema Solar?”; “Como se formou o Sistema Solar?”; “O Sistema Solar é constituído apenas pelo Sol e pelos planetas?”; “Quais são as principais características dos planetas do Sistema Solar?”.

Incentive os estudantes a socializar os conhecimentos prévios sobre a formação e as características do Sistema Solar. Se

necessário, registre no quadro de giz os principais apontamentos realizados pelos estudantes e esclareça que esses conceitos serão revisados ao longo deste estudo.

Esteja atento para o fato de que os temas deste capítulo são bem mais teóricos do que práticos. Por isso, a fim de tornar este estudo mais dinâmico, sempre que possível, é interessante realizar um trabalho mais abrangente, que inclua leituras individuais e coletivas, pesquisas (livros, revistas especializadas e sites confiáveis), debates, etc.

► A teoria (ou hipótese) nebular

Assim como a Terra, outros planetas e corpos celestes que orbitam o Sol formam o chamado Sistema Solar.

Ainda existem muitas pesquisas, trabalhos e discussões sobre as teorias e hipóteses da formação do Sistema Solar. Entre elas, a teoria nebular ou hipótese nebular é, atualmente, a mais aceita pelos especialistas em Astronomia e Astrofísica. Essa teoria foi proposta em 1755 pelo filósofo alemão Immanuel Kant [1724-1804] e desenvolvida em 1796 pelo matemático francês Pierre-Simon Laplace [1749-1827].

Segundo essa teoria, o Sistema Solar teria se originado há cerca de 4,6 bilhões de anos, a partir de uma **nebulosa**: uma enorme nuvem de gás e poeira. Laplace considerou que, como todos os planetas estão no mesmo plano, eles giram em torno do Sol na mesma direção e também giram em torno de si mesmos na mesma direção (com exceção de Vênus); assim, só poderiam ter se formado de uma mesma grande nuvem de partículas em rotação. Essa hipótese sugere que a grande nuvem de gás interestelar colapsou para dar origem ao Sol, aos planetas e demais componentes do Sistema Solar.

Uma vez iniciada a contração da nuvem estelar, que levou à concentração de material na região do núcleo, a força gravitacional que interage em toda a nuvem também foi aumentando, e esse processo provocou um aumento da rotação da nuvem. Com o passar do tempo, a massa de gás em rotação assumiu a forma de um disco planetário.

Após o colapso da nuvem, começou o resfriamento do disco planetário a partir das regiões mais externas, e apenas a região central, que daria origem ao Sol, manteve sua temperatura. O resfriamento acarretou a condensação de parte do material, originando os planetesimais, que são agregados de material da nuvem, cuja composição depende da distância ao núcleo do disco, o Sol.

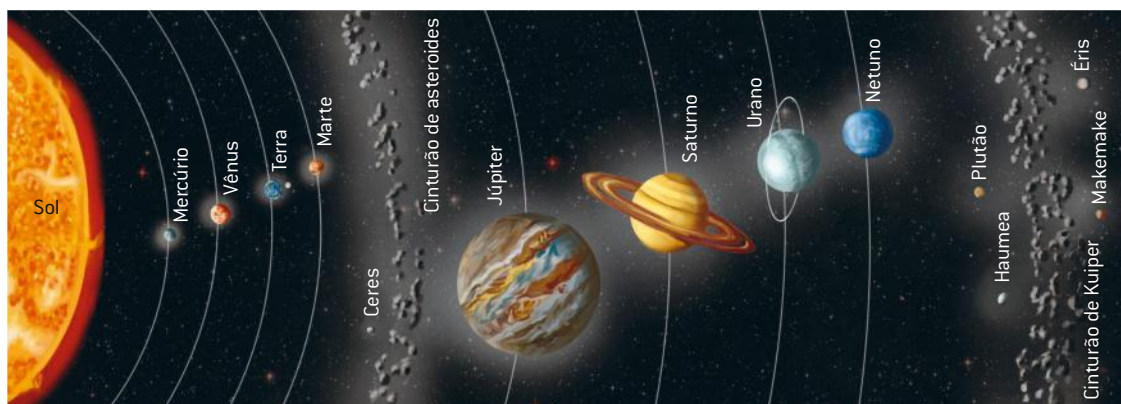
Nas faixas mais distantes, por apresentarem temperaturas mais baixas, concentraram-se os gases e outras substâncias voláteis, isto é, aquelas que se condensam mais facilmente a baixas temperaturas e em temperatura ambiente.

Nas regiões mais internas, mais próximas ao núcleo e, portanto, mais quentes, permaneceram os materiais sólidos e menos voláteis.

Os agregados de materiais das diferentes faixas do disco planetário foram se aglomerando, dando origem aos núcleos planetários.

Concepção artística do Sistema Solar mostrando o Sol, os oito planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), a Lua, os planetas-anões (Ceres, Eris, Plutão, Makemake e Haumea), satélites, asteroides, o Cinturão de Asteroides e o Cinturão de Kuiper.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)



■ Neste capítulo

Abordaremos a hipótese mais aceita atualmente sobre a formação do Sistema Solar: a teoria nebular. Esse é um pré-requisito básico para compreender a composição e a estrutura do Sistema Solar, assim como suas características.

Serão apresentadas, portanto, as características e a composição do Sistema Solar, dos planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), dos planetas-anões, das luas, dos asteroides, dos cometas e de uma nuvem de planetesimais (Nuvem de Oort).

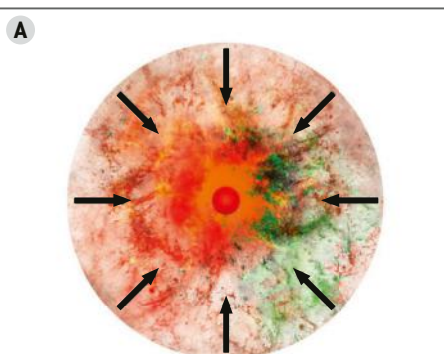
Essas informações subsidiam a compreensão de conceitos relevantes para o estudo do Universo e da vida na Terra.

Orientações didáticas

Após o debate inicial, promova a leitura coletiva dos tópicos “A teoria (ou hipótese) nebular” e “Nosso Universo povoado de galáxias”. Na sequência, organize a turma em grupos de 4 ou 5 componentes e solicite a eles que redijam, no caderno, as principais ideias de cada tópico. Após o tempo determinado, solicite a alguns grupos que compartilhem suas produções com os colegas e registre na lousa os apontamentos mais relevantes.

Caso considere pertinente, forneça outros materiais para enriquecer o trabalho dos estudantes: quadros informativos, revistas especializadas, artigos de revistas e de jornais, etc. Se optar por essa abordagem, verifique a possibilidade de solicitar à turma que redija um texto jornalístico sobre o tema, como forma de promover um trabalho interdisciplinar com Língua Portuguesa.

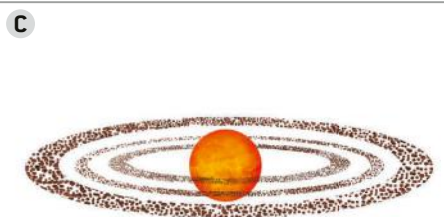
Ilustrações: R2 Editorial/Arquivo da editora



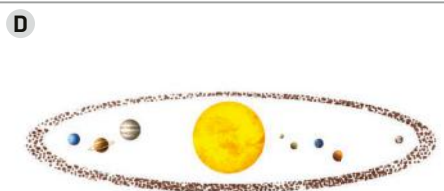
Colapso da nebulosa pela autogravidade.



Formação do protossol e do disco protoplanetário.



Fim do colapso. Formação dos planetesimais.



Sistema Solar atual: Sol e planetas.

Ilustração elaborada com base em: FILHO, Kepler de S. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. Capítulo 15, p.134. Disponível em: <astro.if.ufrgs.br/livro.pdf> (acesso em: 31 ago. 2018).

Etapas do processo de formação do Sistema Solar de acordo com o modelo da nebulosa solar. (Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.).

Com o crescimento dos núcleos planetários nas faixas mais externas do Sistema Solar e, consequentemente, o aumento da força gravitacional, grandes quantidades de hidrogênio e hélio da nebulosa solar se concentraram nessa região, dando origem aos planetas gigantes ou aos planetas gasosos.

Nas faixas internas, os núcleos planetários deram origem aos planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Os quatro planetas, com órbitas mais próximas ao Sol, são bem menores que os gigantes gasosos e classificados em planetas internos ou **planetas terrestres**: são compactos, rochosos e têm poucos ou nenhum satélite natural (luas).

Os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, os maiores e mais distantes do Sol, constituídos de materiais mais leves, são conhecidos como **planetas gigantes** ou **gigantes gasosos**: cerca de 90% da massa de Júpiter e de Saturno é composta dos gases hélio e hidrogênio, enquanto Urano e Netuno têm cerca de 20% de sua massa constituída por hélio e hidrogênio e a maior parte por oxigênio, nitrogênio, carbono e enxofre. Os planetas gigantes têm muitas luas e anéis. Por serem os mais afastados do Sol, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno também são chamados de planetas externos.

Fazem parte também do Sistema Solar os planetóides ou planetas-anões, os asteroides, os cometas e algumas regiões espaciais ainda pertencentes ao Sistema Solar conhecidas como Cinturão de Asteróides, Cinturão de Kuiper e Nuvem de Oort.

Entre Marte e Júpiter situa-se o Cinturão de Asteróides, constituído de asteroides de variadas formas e tamanhos, que podem chegar até cerca de 1 000 km de extensão. O Cinturão de Asteróides separa os planetas internos dos planetas externos.

Asteróides são fragmentos de rochas que orbitam no espaço. Acredita-se que os asteroides primordiais eram grandes corpos que se fragmentaram devido a colisões, formando os asteroides atuais.

Na periferia do Sistema Solar também são encontrados milhares de corpos congelados. Cerca de 100 mil deles formam o chamado Cinturão de Kuiper.

Ainda mais distante e delimitando o Sistema Solar são encontrados milhões de núcleos de cometas em uma região denominada Nuvem de Oort.

► Nosso Universo povoado de galáxias

Em seus estudos anteriores, você viu que as galáxias são compostas de bilhões de estrelas e de outros corpos celestes. Um levantamento feito com dados recolhidos durante duas décadas pelo telescópio Hubble estima que o Universo abriga dois trilhões de galáxias, dez vezes mais do que se acreditava no passado.

Nossa morada e todo o Sistema Solar estão em uma dessas galáxias: a Via Láctea. O Grupo Local é o aglomerado de galáxias do qual a Via Láctea faz parte, sendo um de seus maiores componentes.

A Via Láctea apresenta uma estrutura espiral com pelo menos quatro braços detectados. Vista da Terra, aparece como uma faixa brilhante e difusa que circunda toda a esfera celeste. Com poucas exceções, todos os objetos visíveis a olho nu pertencem a essa galáxia. Sua idade estimada é de mais de 13 bilhões de anos. Formada por centenas de bilhões de estrelas, sua parte central possui forma alongada, com grande concentração de estrelas, e exatamente no centro da galáxia situa-se um buraco negro supermassivo. Para atravessá-la de ponta a ponta seriam necessários 100 000 anos-luz.

O Sistema Solar localiza-se a meia distância entre o centro e a borda do disco, na região do Braço de Órion, a 26 000 anos-luz do centro da galáxia. Ao redor da galáxia orbitam suas galáxias-satélites, das quais destacam-se as Nuvens de Magalhães. Todo o Sistema Solar demora em torno de 225 milhões de anos para descrever um movimento de revolução ao redor do núcleo da Via Láctea.

Por muitos anos, vários cientistas tentaram descrever os movimentos dos planetas. O astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), por exemplo, descreveu em seus estudos no século XVII as leis do movimento planetário. Kepler concluiu que as órbitas, trajetórias que os corpos celestes percorrem ao redor do Sol sob influência da gravidade, são elípticas.

A esse movimento que os corpos celestes executam ao redor do Sol, em suas órbitas, damos o nome de movimento de **revolução** ou **translação**.

Os planetas também executam outros movimentos. Um deles é o de rotação, movimento em torno do seu próprio eixo, que determina os dias e as noites.

B.A.Tafreshi/Novapix/Leemage/Agência France-Presse



Atualmente, um dos responsáveis pelo mapeamento do Universo é a rede de telescópios ALMA. Essa tecnologia permite ver a Nebulosa de Gum e a Grande Nuvem de Magalhães. Fotografia do deserto de Atacama, no Chile, 2016.



Johannes Kepler, astrônomo alemão que desenvolveu as leis que descrevem o movimento dos planetas do Sistema Solar.

Orientações didáticas

O estudo do Sistema Solar teve início no 6º ano e foi aprofundado ao longo do 8º ano. Neste volume, a partir do capítulo 13, esse estudo será retomado e aprofundado, com a apresentação de informações detalhadas sobre a expansão e a formação do Universo.

Assim, ao trabalhar o texto “Nosso Universo povoado de galáxias”, verifique a necessidade de retomar os conceitos apresentados anteriormente e finalize a abordagem desse tópico com a leitura do boxe *Um pouco mais* da página 212.

Indicação de vídeo

[acesso em: 29 out. 2018]

Orientar os estudantes a assistir em casa à versão dublada do documentário *Cosmos: Uma Odisseia no Espaço*, produzida em 2014 pela Fox em parceria com a National Geographic Channel e apresentada pelo astrofísico Neil deGrasse Tyson. Para esse tema sugerimos que assistam ao episódio 1: *De pé na Via Láctea*, disponível em: <<https://vimeo.com/223475787>>.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Os componentes do Sistema Solar”, destacando a massa do Sol e dos demais componentes com o auxílio da tabela presente no livro do estudante.

Como os dados quantitativos na tabela são apresentados em porcentagem, enfatize a importância e o domínio de nossa estrela, o Sol, em todo o Sistema Solar, pois ele é responsável por 99,85% de toda a massa estimada do Sistema Solar.

Reforce que a unidade para medir distâncias dos componentes do Sistema Solar é a Unidade Astronômica (UA), caracterizada pela distância média entre a Terra e o Sol.



UM POUCO MAIS

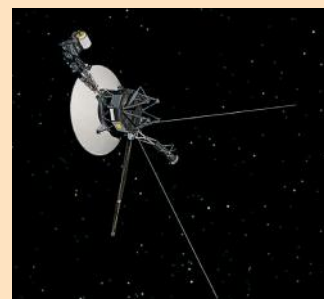
Viajando pelo Sistema Solar

Em 1977, a Nasa lançou as sondas espaciais Voyager I e Voyager II para observar e estudar os planetas Júpiter e Saturno e, posteriormente, os demais planetas externos.

Essas sondas recebem comando de rotina daqui da Terra e nos enviam de volta dados sobre esses planetas e outros possíveis corpos celestes que encontram em seu caminho.

A partir das suas informações foram feitas descobertas de novos satélites ao redor dos planetas externos, assim como novas características a respeito de satélites já conhecidos.

Atualmente, a Voyager I encontra-se fora do Sistema Solar, no espaço interestelar.



Em 2017, as sondas Voyager comemoraram 40 anos no espaço.

[Concepção artística elaborada pela Nasa. Cores fantasia.]

Os componentes do Sistema Solar

O Sol

O Sol é o astro dominante do sistema ao qual pertencemos. Ele é responsável por mais de 99% da massa de todo o Sistema Solar. Veja a tabela abaixo, que considera a massa do sistema como 100% do total.

MASSA DO SISTEMA SOLAR	
Componente	Massa
Sol	99,85%
Júpiter	0,10%
Demais planetas	0,04%
Cometas	0,01%
Satélites e anéis	0,00005%
Asteroides	0,0000002%
Meteoroides e poeira	0,0000001%

Fonte: FILHO, Kepler de S. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. Capítulo 15. p. 102.

A unidade mais adequada para medir distâncias dentro do Sistema Solar é a **Unidade Astronômica (UA)**, que é a distância média entre a Terra e o Sol.

$1 \text{ UA} = 149\,597\,870\,700 \text{ m}$ ou, aproximando, $1 \text{ UA} = 150$ bilhões de metros ($1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$) ou 150 milhões de quilômetros ($1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$).

A unidade mais adequada para medir distâncias interestelares é o ano-luz (AL), que corresponde à distância percorrida pela luz em um ano.

$$1 \text{ AL} = \text{velocidade da luz} \cdot 1 \text{ ano} = 2,9979 \cdot 10^5 \text{ km/s} \cdot 3,1557 \cdot 10^7 \text{ s} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

Em geral, usa-se $1 \text{ AL} = 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$.

Observação: Para efeitos práticos, os períodos de rotação (1 dia) e de translação (1 ano) da Terra servem de base para a medida de tempo dos períodos de rotação e translação de outros corpos celestes, sendo chamados de **dia terrestre** e **ano terrestre**, respectivamente.

O Sol é uma estrela pequena se comparado às demais estrelas. Mas, sem ele, não haveria vida na Terra.

Os planetas do Sistema Solar giram ao redor do Sol e, com ele, giram em torno da Via Láctea, dando uma volta completa a cada 225 milhões de anos.

O Sol também realiza um movimento de rotação equatorial de cerca de 25 dias. A temperatura em sua superfície está em torno de 6 000 °C e sua massa é cerca de 330 000 vezes maior que a da Terra.

No núcleo do Sol ocorre um processo de geração de energia nuclear, que chega à sua superfície e é lançada no espaço sob a forma de radiação luminosa, radiação térmica e através de partículas que compõem o chamado vento solar.

Assim como muitas outras estrelas, o Sol é um astro constituído de uma mistura de gases ionizados e incandescentes, denominada **plasma** (proposto como o quarto estado da matéria), e sua composição básica é hidrogênio e hélio.

UM POUCO MAIS

Plasma: o quarto estado da matéria

Um sólido mantém forma e volume estável porque seus átomos ou moléculas estão unidos por meio de fortes interações. Em seus estudos anteriores, você aprendeu que, ao fornecer certa quantidade de energia (calor) aos sólidos, essas interações podem ser quebradas, fazendo com que mudem de fase (estado físico), transformando-se em líquidos (no processo chamado fusão). Se o fornecimento de energia aos líquidos na forma de calor for continuado, eles atingem o ponto de vaporização, passando para o estado gasoso. Convém lembrar que essas mudanças estão sujeitas não só ao calor fornecido, mas também à pressão a que está submetido o material.

Podemos fazer uma analogia com a formação do quarto estado da matéria: o **plasma**. Sob intensa pressão e enorme quantidade de energia (calor), as interações entre as partículas de um gás podem ser quebradas, produzindo átomos isolados, assim como as interações entre elétrons e núcleos, com os átomos perdendo ou ganhando elétrons, isto é, transformando-se em íons. Nesse meio altamente energizado, em que a maioria absoluta dos átomos está ionizada (sob a forma de íons), as partículas movem-se livremente, apenas interagindo entre si por meio de colisões ou de forças elétricas e magnéticas. Como esse meio tem algumas características de um gás, mas com comportamento e propriedades diferentes, é chamado de plasma.

Assim, pelo menos qualitativamente, podemos dizer que o plasma é um material em estado gasoso, no qual a maioria absoluta das partículas é de íons e elétrons e não há átomos neutros ou eles representam frações extremamente pequenas.

O diâmetro do Sol é de aproximadamente 1 392 000 km, 109 vezes maior que o da Terra (caberiam 1,3 milhão de planetas Terra dentro do Sol!). A gravidade na superfície solar é 27,4 vezes mais intensa do que a da superfície terrestre.

No núcleo do Sol, a temperatura (15 milhões de graus Celsius) e a pressão (340 bilhões de vezes a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar) são tão altas que os átomos de hidrogênio do plasma acabam se fundindo e formam átomos de hélio. Esse processo, denominado **fusão nuclear**, libera uma imensa quantidade de energia na forma de ondas eletromagnéticas.

Capítulo 14 • Sistema Solar 213

Orientações didáticas

Faça um resumo das principais características do Sol no quadro de giz. Na sequência, solicite aos estudantes que realizem a leitura do boxe *Um pouco mais* e expliquem oralmente o conceito de plasma. Aproveite essa oportunidade para relembrar as mudanças de estado físico dos materiais.

Caso deseje se aprofundar nesse tema, sugerimos a leitura do texto complementar abaixo.

Texto complementar

Cientistas criam novo estado físico de matéria em condições extremas

Sólido, líquido, gasoso e plasma são os estados que todo mundo aprendeu na escola, mas os cientistas acabam de provar que, em condições extremas, há mais um estado físico da matéria.

Chamado de polarons de Rydberg, esse estado é criado em temperaturas extremamente baixas, quando um elétron orbita seu núcleo a uma distância tão grande que outros átomos cabem dentro dessa órbita. A fraca ligação entre essas partículas forma os polarons de Rydberg. [...]

Os cientistas resfriaram alguns átomos do elemento estrôncio e, com *laser*, separaram um do grupo. Nele, observaram até quanto poderiam afastar o elétron do núcleo desse átomo, criando um estado de agitação chamado de átomo de Rydberg.

“A distância média entre o elétron e seu núcleo pode ser tão grande quanto várias centenas de nanômetros”, explica Joachim Burgdörfer, físico teórico de partículas austríaco. Para se ter ideia, essa distância pode ser até mil vezes maior do que o raio de um átomo de hidrogênio e abrigar até 170 átomos de estrôncio (teoricamente).

Nessas condições, a energia dos átomos é extremamente baixa, estabelecendo o fraco vínculo do novo estado de matéria. [...]

CIENTISTAS criam novo estado físico de matéria em condições extremas. *Galileu*, 27 fev. 2018. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Pesquisa/noticia/2018/02/fisicos-criam-um-novo-estado-fisico-de-materia-em-condicoes-extremas.html>> (acesso em: 29 out. 2018).

Orientações didáticas

Analise a imagem das camadas do Sol e comente com os estudantes as principais características de cada uma delas. Caso considere pertinente, elabore coletivamente um quadro-resumo com essas informações.

Na sequência, verifique a possibilidade de sugerir aos estudantes que elaborem maquetes das camadas do Sol utilizando materiais recicláveis, massinha de modelar ou argila. Na data marcada, eles devem apresentar seus trabalhos para a turma, explicando as técnicas utilizadas e os motivos pelos quais optaram por essas representações.

Indicação de site

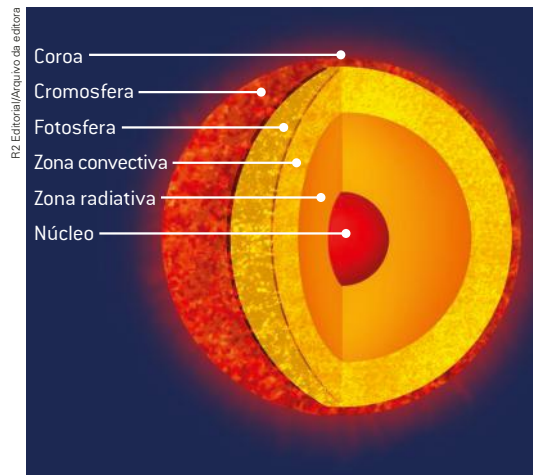
(acesso em: 29 out. 2018)

Para saber mais informações sobre o Sistema Solar, consulte:

O Sistema Solar. Centro de Divulgação de Astronomia – USP. Disponível em: <www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/index.html>.

Entretanto, o Sol é tão denso que essa radiação leva milhares de anos para se deslocar do núcleo à superfície. A partir daí, ela é liberada para o espaço e, em aproximadamente 8 minutos, uma pequena parte dela atinge a Terra.

O Sol pode ser esquematicamente dividido em seis camadas. Do centro para a periferia, temos: o núcleo, a zona radiativa, a zona convectiva, a fotosfera, a cromosfera e a coroa.



Representação artística das camadas do Sol.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia).

O modelo representado na figura ao lado mostra as principais regiões do Sol. A **cromosfera** normalmente não é visível, porque sua radiação é muito mais fraca do que a da fotosfera. Ela pode ser observada, no entanto, durante os eclipses, quando a Lua esconde o disco da fotosfera.

A cromosfera estende-se por 10 mil km acima da fotosfera e a temperatura aumenta da base para o topo, tendo um valor médio de 15 000 °C.

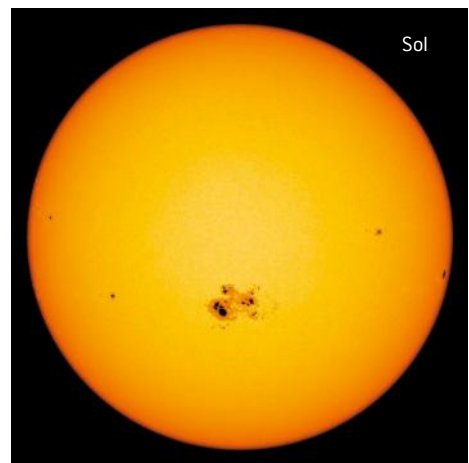
Acima da cromosfera encontra-se a **coroa**, a camada mais externa, larga e rarefeita da atmosfera do Sol, que tem forma e tamanho variáveis, podendo medir aproximadamente 13 000 000 km a partir da fotosfera, porque não tem limites definidos. Ela é melhor observada durante os eclipses,

pois, apesar de ter um brilho equivalente ao da Lua cheia, fica obscurecida quando a fotosfera é visível. Da coroa emana o **vento solar**, um fluxo contínuo de partículas subatômicas. O vento solar que atinge a Terra é capturado pelo campo magnético, formando o Cinturão de Van Allen, que só permite que algumas partículas carregadas entrem na atmosfera da Terra pelos polos, resultando nas auroras boreal e austral.

A **fotosfera**, com cerca de 330 km de espessura e temperatura de 6000 °C, é a camada visível do Sol. Pontos escuros detectados na fotosfera são regiões onde o gás, mais frio e mais denso, escorre para baixo e são denominados **manchas solares**.

Logo abaixo da fotosfera localiza-se a **zona convectiva**, que se estende por cerca de 15% do raio solar. Logo abaixo dessa camada está a **zona radiativa**, onde a energia flui por radiação. O **núcleo**, com temperatura de cerca de 10 milhões de graus Celsius, é a região onde a energia é produzida por reações termonucleares (fusão nuclear).

As manchas solares são fenômenos que ocorrem na fotosfera do Sol. As da fotografia foram capturadas em outubro de 2014.



SDO/NASA

Espetáculo de luzes brilhantes



O Sol não emite apenas luz e calor, mas também partículas que, ao penetrarem nas regiões próximas aos polos, produzem um efeito luminoso chamado **aurora boreal**, nome dado por Galileu Galilei (1564-1642) e que ocorre no hemisfério norte, ou de **aurora austral**, nome dado por James Cook (1728-1779) e que ocorre no hemisfério sul.

Esse efeito também pode ser observado em outros planetas, como Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

As auroras também podem ser criadas a partir de explosões nucleares.

Aurora boreal vista na Islândia, 2017.

Os planetas

Mercúrio

É o planeta rochoso mais próximo do Sol e o menor de todos. Sua massa é de cerca de 5% da massa da Terra, e seu diâmetro aproximado é de 4 900 km.



Fotomontagem que mostra o tamanho de Mercúrio comparado ao da Terra. A superfície de Mercúrio, cheia de crateras, tem aspecto semelhante ao da Lua.

A distância média desse planeta ao Sol é de 58 milhões de quilômetros ou 0,387 UA, e seu período de translação ao redor do Sol é de 176 dias terrestres.

Mercúrio não tem atmosfera nem água. Durante o período iluminado pelo Sol (seu dia) a temperatura pode chegar a 430 °C; e, durante o período escuro (sua noite), a temperatura atinge cerca de -180 °C.

O movimento de rotação de Mercúrio, que define a duração de seu dia, corresponde a 88 dias terrestres, isto é, ele demora o equivalente a 88 dias terrestres para completar uma volta em torno do seu eixo imaginário.

Orientações didáticas

Antes de se dedicar à apresentação das características dos planetas que compõem o Sistema Solar, promova a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, sobre a formação das auroras boreal e austral. Explique como esse fenômeno acontece, chamando a atenção dos estudantes para a interação da radiação solar na atmosfera terrestre.

Na sequência, leia com os estudantes os textos que fazem referência aos planetas do Sistema Solar. Para cada um dos planetas apresentados, sugerimos que você elabore com os estudantes uma ficha resumo, com as características principais desses corpos celestes.

Indicações de sites

(acesso em: 28 out. 2018)

Para saber mais sobre Mercúrio, indicamos o acesso ao seguinte endereço eletrônico:

- <<http://astro.if.ufrgs.br/solar/mercury.htm>>.

Para mais informações sobre como ocorre a aurora boreal, consulte:

- PORTILHO, Gabriela. Como surge a aurora boreal? *Superinteressante*, 4 jul. 2018. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surge-a-aurora-boreal/>>.
- Como ocorrem as auroras polares? *Superinteressante*, 4 jul. 2018. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-ocorrem-as-auroras-polares/>>.
- STEIN, Thaís. Por que não podemos ver a aurora boreal no Brasil? *Hipercultura*. Disponível em: <www.hipercultura.com/aurora-boreal-brasil/>.
- PAZOS, Ciara. *A dança das luzes*. Invivo/Fiocruz. Disponível em: <www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?in_foid=1343&sid=9>.

Orientações didáticas

Dê continuidade à apresentação das características dos planetas do Sistema Solar.

Recomendamos que a apresentação das características da Terra seja realizada com bastante cuidado, uma vez que ela poderá servir como parâmetro para a comparação com diversos planetas.

Novamente, sugerimos que, após a abordagem de cada planeta, seja elaborada uma ficha resumo com as principais características deles.

Indicações de sites

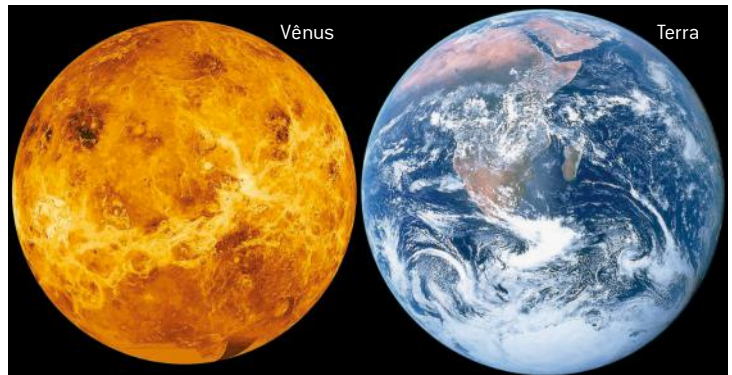
[acesso em: 29 out. 2018]

Os endereços eletrônicos a seguir apresentam algumas curiosidades e informações sobre o planeta Vênus:

- HAMILTON, Calvin J. *Vênus*. Instituto de Física/UFRGS. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/solar/venus.htm>>.
- FERNANDES, Natan. Nasa afirma que Vênus pode ter abrigado vida no passado. *Galileu*, 8 ago. 2016. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2016/08/nasa-affirma-que-venus-pode-ter-abrigado-vida-no-passado.html>>.
- GNIPPER, Patrícia. Nasa planeja enviar missão tripulada para o planeta Vênus, *Canaltech*, 19 out. 2018. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/espaco/nasa-quer-enviar-missao-tripulada-para-o-planeta-venus-125162/>>.

Vênus

Conhecido por grande parte das pessoas como Estrela-d'Alva, o planeta Vênus é facilmente visível, tanto ao anoitecer como ao amanhecer. Depois da Lua, esse é o astro mais brilhante do céu observado da Terra. A distância dele até o Sol é de aproximadamente 108 milhões de quilômetros ou 0,723 UA. O diâmetro de Vênus é de aproximadamente 12 000 km, bem próximo ao diâmetro da Terra, o que os torna visivelmente semelhantes em relação ao tamanho.



Fotomontagem que mostra o tamanho de Vênus comparado ao da Terra. Apesar de não ser uma estrela, o planeta Vênus é popularmente chamado de Estrela-d'Alva.

Entre os maiores destaques de Vênus estão a densidade e a espessura de sua atmosfera, composta principalmente de gás carbônico, vestígios de nitrogênio, vapor de água, oxigênio, enxofre e até mesmo ácido sulfúrico. Além desses componentes, sua temperatura média de 460 °C e pressão de noventa atmosferas terrestres dificultam qualquer observação de sua superfície.

Apesar de Vênus estar mais afastado do Sol, sua temperatura é mais elevada que a de Mercúrio, devido à enorme quantidade de gás carbônico existente em sua atmosfera, acarretando um efeito estufa muito intenso. Outra característica importante: a duração do ano de Vênus é menor que a do seu dia. O ano dura 224 dias terrestres (uma volta completa ao redor do Sol). O dia dura 243 dias terrestres (uma rotação completa) e a rotação de Vênus é no sentido contrário ao dos outros planetas. Enquanto o Sol nasce do lado Leste em todos os demais planetas, em Vênus o Sol nasce do lado Oeste. Assim como Mercúrio, Vênus não possui nenhuma lua.

O planeta Terra é o terceiro mais próximo do Sol.



Terra

O movimento de rotação da Terra dura aproximadamente 24 horas e o movimento de translação, aproximadamente 365,25 dias. A composição da atmosfera terrestre, formada por nitrogênio, oxigênio e outros gases, ajuda a reter o calor em níveis apropriados para a existência de vida; a temperatura superficial média anual fica em torno de 15 °C, o que a diferencia de todos os demais planetas do Sistema Solar.

A distância da Terra ao Sol é de aproximadamente 150 milhões de quilômetros ou 1 UA e seu diâmetro é de, aproximadamente, 12 700 km. Cerca de 2/3 da superfície do planeta estão recobertos por água líquida. A Terra tem um único satélite natural, a Lua.

216

Texto complementar

O que aconteceria se não houvesse Lua?

[...]

O efeito mais imediato que perceberíamos é que as noites seriam totalmente escuras, as fases lunares teriam desaparecido e todas as noites seriam noites de “lua nova”, noites sem lua. [...] Deixariam de existir também os eclipses solares e os lunares. [...]

Um efeito que sentiríamos no curto prazo seria o desaparecimento das marés decorrentes da gravidade da Lua. [...] A Lua exerce uma força de atração gravitacional sobre tal crosta líquida, deformando-a e produzindo oscilações cíclicas ligadas à rotação da Terra com uma frequência aproximada de meio dia. [...] Como consequência do desaparecimento das marés lunares, as correntes oceânicas se enfraqueceriam e as águas tenderiam a estancar-se. As margens dos mares perderiam seu

A Lua

A Lua é o satélite natural da Terra e se encontra a aproximadamente 385 000 km. Assim como a Terra, a Lua também gira em torno de seu eixo, com período de cerca de 29,5 dias.

Ao redor da Terra, a Lua demora cerca de 27 dias para dar uma volta. Seu diâmetro é de 3 475 km e sua temperatura média fica em torno de -20°C , devido à ausência de atmosfera.

Em sua superfície é possível observar planícies escuras provenientes dos resíduos da ação de antigos vulcões, que produzem um solo tão escuro quanto o asfalto.

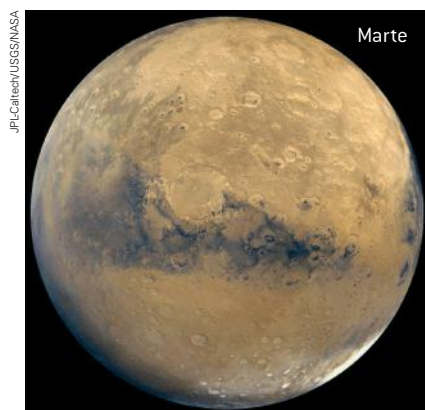


Arizona State University/USFQNASA

Antes de se conhecer a natureza das planícies escuras da Lua, esses locais eram chamados de mares.

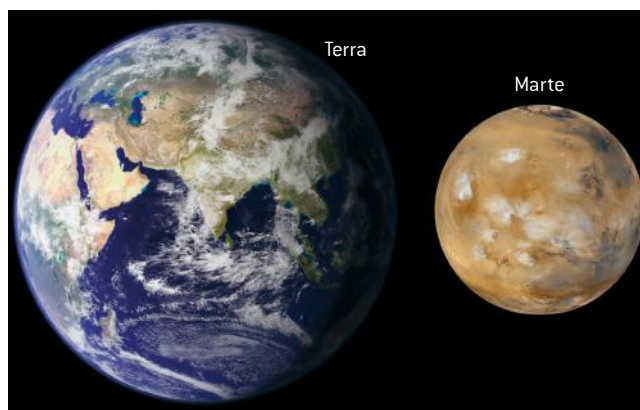
Marte

O tamanho de Marte é aproximadamente 53% do tamanho da Terra, e o planeta apresenta um diâmetro de cerca de 6 800 km. A distância média dele até o Sol é de 228 milhões de quilômetros ou 1,524 UA.



JPLCarnegie/USGS/NASA

No céu, Marte aparece como se fosse uma estrela brilhante e avermelhada.



DLee/JPL/USGS & User/NASA

Fotomontagem que mostra o tamanho de Marte comparado ao da Terra. É conhecido como Planeta Vermelho. A cor deve-se à grande quantidade de óxido de ferro, uma substância avermelhada existente em seu solo.

Marte executa uma rotação completa (dia marciano) em 24 h 37 min, praticamente a mesma duração de um dia da Terra, e seu ano (uma revolução completa em torno do Sol) equivale a 687 dias terrestres.

A atmosfera de Marte é quase toda composta de dióxido de carbono e sua temperatura média é de -65°C .

Sinais indicam que Marte já teve água em sua superfície.

Marte tem dois satélites naturais: Fobos, com 22 km de diâmetro, e Deimos, com 12 km de diâmetro.



sistema de drenagem e limpeza natural decorrente do avanço e recuo das águas. A água oceânica tenderia a redistribuir-se, tomando o rumo dos polos, e o nível do mar se elevaria nas costas. A consequência de tudo isso seria uma mudança drástica do clima da Terra.

O movimento orbital da Lua ao redor da Terra estabiliza o eixo de rotação do planeta, mantendo sua inclinação fixa em cerca de 23 graus em relação ao plano de sua órbita (essa inclinação é a responsável pela existência das estações do modo como as conhecemos).

O eixo de rotação da Terra realiza um movimento circular estável chamado “precessão”, que é o que mantém tal inclinação fixa. [...] Sem a Lua, a precessão terrestre se tornaria mais lenta, o que levaria o eixo de rotação terrestre a perder sua estabilidade, [...] podendo variar seu eixo de forma caótica entre 0 e 90 graus. Isso resultaria novamente em uma mudança climática em escala global [...].

SANZ, Pablo Santos. O que aconteceria se não houvesse Lua? *El País*, 25 dez. 2015. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2015/12/15/ciencia/1450179769_533306.html> (acesso em: 29 out. 2018).

Orientações didáticas

Explique aos estudantes que Vênus, Mercúrio, Marte, Júpiter e Saturno podem ser vistos da Terra a olho nu, enquanto os anéis de Saturno só podem ser vistos com o auxílio de telescópios.

Comente que Júpiter, por ser o maior planeta do Sistema Solar, recebeu o nome do rei dos deuses e dos homens da mitologia romana (Zeus na mitologia grega). Também é interessante chamar a atenção dos estudantes para o fato de que Júpiter também é o planeta mais massivo do Sistema Solar, apresentando quase o dobro da massa de todos os demais planetas reunidos. Segundo algumas teorias, se Júpiter tivesse cerca de 80 vezes mais massa, provavelmente seria uma estrela, e não um planeta.

Mencione que a observação de Júpiter por meio do telescópio de Galileu Galilei foi revolucionária. Aproveite a oportunidade para enaltecer a figura desse importante cientista, que descobriu, em 1610, quatro das luas de Júpiter (Io, Europa, Ganimedes e Calisto) e certificou-se de que esses corpos celestes orbitavam outro astro que não era a Terra. Ao corroborarem a teoria do heliocentrismo, de Nicolau Copérnico, essas observações contribuíram para romper a teoria da dicotomia do Cosmos, de Aristóteles.

Júpiter

Júpiter é o maior planeta do Sistema Solar. Apresenta massa cerca de 318 vezes maior que a da Terra e seu diâmetro é de aproximadamente 143 000 km. Pode-se dizer que cabem cerca de 1 300 Terras em seu interior.

Fotomontagem que mostra o tamanho de Júpiter comparado ao da Terra.



A distância média dele ao Sol é de, aproximadamente, 779 milhões de quilômetros ou 5,203 UA, e seu período de translação corresponde a praticamente 12 anos terrestres. A temperatura média de Júpiter é de -100°C .

Duas de suas características mais notáveis são:

- o número de luas catalogadas até o momento é 69. As quatro maiores foram descobertas por Galileu no século XVII: Io (diâmetro de 3 643 km), Europa (diâmetro de 3 122 km), Ganimedes (diâmetro de 5 262 km) e Calisto (diâmetro de 4 821 km);
- a composição da atmosfera: gás hidrogênio (90%) e gás hélio (10%).

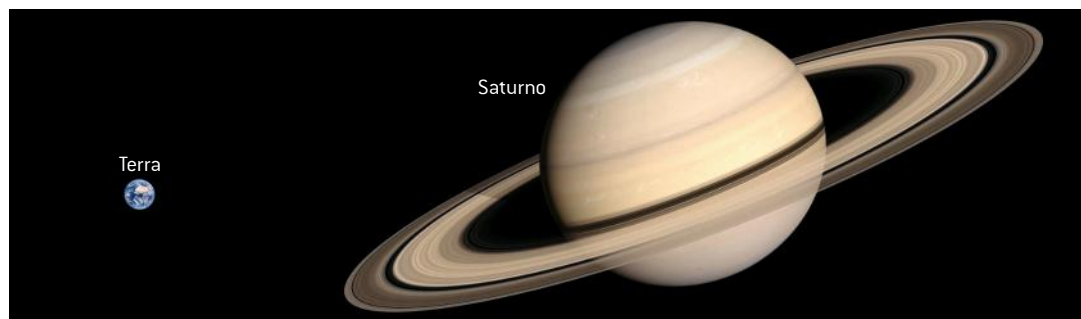
Júpiter gira muito rapidamente em torno de seu eixo. Seu período de rotação é de quase 10 horas e de revolução em torno do Sol, cerca de 11 anos e 10 meses.

Ao longo de sua extensão é possível observar listras, chamadas de cinturões (partes escuras) e zonas (partes claras).

Saturno

Saturno, o segundo maior planeta do Sistema Solar, está a aproximadamente 1,4 bilhão de quilômetros ou 9,539 UA distante do Sol e seu diâmetro é de cerca de 120 000 km. Seu período de rotação é de 10 h 12 min e seu período de revolução em torno do Sol é de aproximadamente 29 anos e 6 meses.

Fotomontagem que mostra o tamanho de Saturno comparado ao da Terra.



Sua atmosfera é composta essencialmente de gás hidrogênio (97%) e gás hélio (3%) e sua temperatura média é cerca de -140°C .

Indicações de leitura [acesso em: 29 out. 2018]

Para mais informações sobre as evidências que indicam a formação dos anéis de Saturno, consulte:

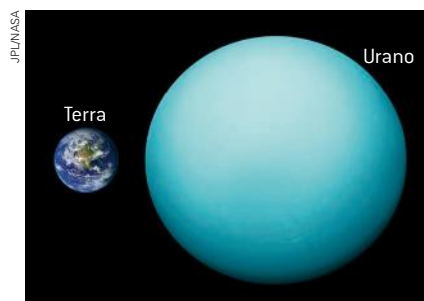
- Como são formados os anéis de Saturno. *Galileu*, 7 fev. 2017. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/02/como-sao-formados-os-aneis-de-saturno.html>>.
- MEDIAVILLA, Daniel. Como se formaram os anéis de Saturno? *El País*, 2 nov. 2016. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2016/10/31/ciencia/1477933231_080673.html?rel=mas>.

Com a passagem de sondas orbitais nas redondezas de Saturno, foram detectadas cerca de 62 luas em seu entorno. A sua maior lua, Titã, tem cerca de 5 100 km de extensão e, à primeira vista, se parece com a Terra, com lagos e rios em sua superfície. Entretanto, não são compostos de água, mas sim de metano líquido.

Saturno é, sem dúvida, muito conhecido por seu brilhante conjunto de anéis. As partículas constituintes desses anéis são formadas essencialmente por uma mistura de gelo, poeira e material rochoso. Existem diversas teorias sobre sua origem, como, por exemplo, a da desintegração de cometas que passaram próximo ao planeta ou a da destruição de um grande satélite natural que tenha se chocado com Saturno.

Urano

Urano está a quase 2,9 bilhões de quilômetros ou 19,18 UA distante do Sol. Sua massa corresponde a, aproximadamente, 14,5 massas terrestres.



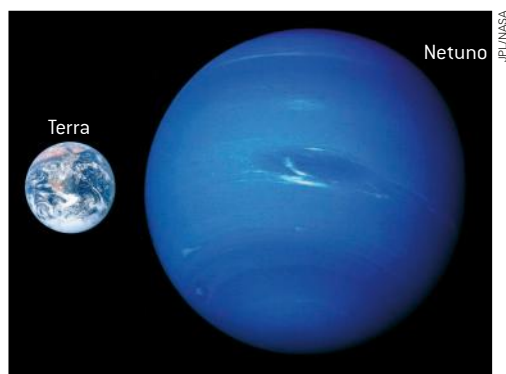
Fotomontagem que mostra o tamanho de Urano comparado ao da Terra.

O diâmetro de Urano é pouco maior que quatro vezes o diâmetro da Terra, com cerca de 51 000 km. O planeta também está envolto por anéis de gelo e poeira, porém em menor número, mais estreitos e escuros que os de Saturno. Apresenta pelo menos 27 luas. Calcula-se que seu dia dure cerca de 17 horas terrestres e seu ano, 84 anos terrestres. Sua temperatura média gira em torno de -220°C .

Acredita-se que aproximadamente 80% da massa de Urano seja composta de uma mistura fluida de metano, água e amônia no estado sólido, e sua atmosfera seja rica em gás hidrogênio e gás hélio. Com respeito ao núcleo, acredita-se que ele seja rochoso e que tenha mais ou menos o tamanho da Terra.

Netuno

Netuno é o planeta mais distante do Sol, estando a cerca de 4,5 bilhões de quilômetros ou 30,06 UA dele.



Fotomontagem que mostra o tamanho de Netuno comparado ao da Terra.

Orientações didáticas

Prossiga explicando as características dos planetas do Sistema Solar, em especial de Urano e Netuno. Retome a elaboração de fichas resumo com os estudantes e verifique a possibilidade de realizar visitas a planetários virtuais nos quais seja possível conhecer melhor esses planetas.

Indicações de sites

[acesso em: 29 out. 2018]

Caso os estudantes queiram conhecer um pouco mais sobre os componentes do Sistema Solar, indique **sites** onde possam consultar informações corretas, de preferência de universidades, da Nasa, de centros de Astronomia e de revistas de astronomia com artigos de autores reconhecidos. Desse modo, sugerimos o acesso aos seguintes endereços eletrônicos:

- Vistas do Sistema Solar. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/solarsys.htm>.
- Página da Nasa sobre o Sistema Solar. Disponível em: <<https://solarsys.tem.nasa.gov/>>.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do texto do boxe *Em pratos limpos*, sobre Plutão. Comente com os estudantes sobre a reclassificação desse corpo celeste, certificando-se de que eles compreendam as razões pelas quais ele já não é considerado um planeta.

Na sequência, apresente o tópico relacionado aos planetas-anões. Com base na leitura das informações do livro do estudante, compare-os com os planetas e, se possível, elabore coletivamente fichas resumo com as principais características desses corpos celestes.

Indicações de sites

[acesso em: 29 out. 2018]

O debate sobre Plutão ser considerado ou não um planeta pode ser de grande interesse dos estudantes. Para complementar o debate sobre esse tema, sugerimos o acesso aos seguintes endereços eletrônicos:

- Plutão deveria ser considerado planeta de novo, diz estudo. *Galileu*, 7 set. 2018. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/09/plutao-deveria-ser-considerado-planeta-de-novo-diz-estudo.html>>.
- ALBUQUERQUE, Vanessa Nóbrega de; LEITE, Cristina. O caso Plutão e a natureza da Ciência. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*. n. 21, 2016, p. 31-44. Disponível em: <www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/233/322>.

Acesse também!

RTP Ensina.

Disponível em: <<http://ensina.rtp.pt/artigo/o-sistema-solar/>> [acesso em: 1^a set. 2018].

Site de emissora de televisão portuguesa que traz, entre outros assuntos, uma abordagem simplificada sobre Astronomia, o Sistema Solar e demais questões acerca do Universo.

O período de translação de Netuno é de 165 anos terrestres e o de rotação, 16 h 6 min. Sua massa corresponde a aproximadamente 17 massas terrestres. Apresenta diâmetro um pouco menor que o de Urano, com 49 500 km. Possui 14 luas conhecidas no seu entorno. Netuno é circundado por um tênue sistema de anéis, formados em sua maioria por partículas de poeira escura que refletem pouca luz solar, possivelmente formadas de metano no estado sólido.

Sua atmosfera é constituída por cerca de 79% de gás hidrogênio, 18% de gás hélio e 3% de gás metano, e sua temperatura média está em torno de -200°C .

EM PRATOS LIMPOS

Plutão é um planeta?

Até 24 de agosto de 2006 Plutão era considerado um planeta. Nessa data, na 26^a Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (UAI), realizada em Praga, na República Tcheca, criou-se uma nova definição de planeta e uma nova categoria para classificar os astros: planeta-anão, da qual Plutão passou a fazer parte.

Nessa ocasião, convencionou-se definir planeta como um corpo celeste que deve ter forma aproximadamente esférica, girar em torno de uma estrela e ter a capacidade de desviar a trajetória de corpos celestes que estejam próximos. Plutão mudou de categoria por não atender a esta última condição.

Entretanto, muitos cientistas permaneceram favoráveis à classificação de Plutão como planeta e pedem a revisão dessa definição.

Os planetas-anões

Plutão

Situado no Cinturão de Kuiper, a 5,8 bilhões de quilômetros do Sol, Plutão é um planeta-anão formado por gelo e rochas. Tem diâmetro de 2 390 km, leva cerca de 248 anos terrestres para dar uma volta ao redor do Sol e seu período de rotação é de 6 dias e 9 horas. Sua superfície apresenta uma mistura de nitrogênio e outros gases congelados e temperatura média de -225°C .



Plutão atualmente é considerado um planeta-anão.



Fotomontagem que mostra o tamanho de Plutão comparado ao da Terra.

Assim como os planetas, Plutão tem cinco luas conhecidas: Caronte (a maior, com metade do diâmetro de Plutão), Estíge, Nix, Cérbero e Hidra.

Ceres

Localizado no Cinturão de Asteroides, a 420 milhões de quilômetros do Sol, Ceres é outro planeta-anão do Sistema Solar. Diferentemente dos asteroides, Ceres apresenta um formato esférico, o que lhe garantiu a classificação de planeta-anão.

Acredita-se que seja rochoso e que sua superfície seja constituída de uma camada de gelo. Seu período de translação é de aproximadamente 4,6 anos terrestres.

Éris

Entre os planetas-anões, Éris é o maior deles e encontra-se a 14,5 bilhões de quilômetros do Sol. Seu período de translação é de, aproximadamente, 557 anos terrestres. Apresenta apenas uma lua, chamada Disnomia. Foi descoberto em 2005 e é possível que sua composição seja semelhante à de Plutão.

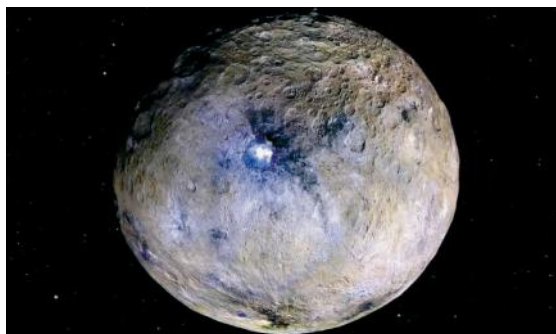
Haumea

Haumea é outro planeta-anão que se encontra no Cinturão de Kuiper, a cerca de 6,5 bilhões de quilômetros do Sol. Seu período de translação é de, aproximadamente, 284 anos terrestres. Foi descoberto em 2004 e possui duas luas, Hi'iaka e Namaka. Assim como Ceres, apresenta uma cobertura de gelo em sua superfície.

Makemake

Em 2005, foi descoberto o terceiro maior planeta-anão do Sistema Solar: Makemake. Seu diâmetro é cerca de 70% do tamanho de Plutão. Também possui uma lua, a S/2015. Acredita-se que sua superfície seja coberta por metano, etano e nitrogênio e que apresente a temperatura média de -240°C .

Encontra-se a cerca de 7,9 bilhões de quilômetros do Sol e seu período de translação é de aproximadamente 310 anos.



Planeta-anão Ceres.



Planeta-anão Éris.



Planeta-anão Haumea e suas luas.



Planeta-anão Makemake.

Orientações didáticas

Comente que recentemente (outubro de 2018) astrônomos americanos das Universidades do Havaí, do Arizona e de Carnegie (todas nos Estados Unidos) descobriram um novo planeta-anão no Sistema Solar, que foi batizado de Goblin.

Trata-se de um planeta-anão coberto de gelo com 300 km de diâmetro e que se encontra a 65 UA do Sol. Acredita-se que ele esteja sob a influência gravitacional de um possível planeta gigante do Sistema Solar que ainda não foi descoberto.

Indicações de sites

[acesso em: 29 out. 2018]

Para mais informações sobre a descoberta do planeta-anão Goblin, consulte:

- ANSEDE, Manuel. Achado um novo planeta-anão nos confins do Sistema Solar. *El País*, 2 out. 2018. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/10/02/ciencia/1538499908_722554.html>.
- “Duende”, o objeto descoberto nos confins do Sistema Solar que aponta para a existência do “Planeta X”. *BBC*, 3 out. 2018. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/geral-45730432>.
- Novo objeto desconhecido é identificado no Sistema Solar. *Galileu*, 2 out. 2018. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/10/novo-objeto-desconhecido-e-identificado-no-sistema-solar.html>>.



No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Astros do Sistema Solar”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Orientações didáticas

Com base no texto do livro do estudante, reforce a localização e as características dos cometas, asteroides, cinturões [de Asteroides e de Kuiper].

Indicações de leitura

[acesso em: 20 nov. 2018]

Sugerimos a leitura dos artigos a seguir para mais informações de pesquisas sobre os asteroides:

- MOLLÁ, Irene. Cientistas e empresas investigam como explorar e colonizar asteroides. *El País*, 1ª jul. 2018. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/06/29/ciencia/1530264726_949579.html>.
- BACHMAN, Justin. Nasa revela programa para evitar apocalipse com asteroide. *Exame*, 25 jun. 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/nasa-revela-programa-para-evitar-apocalipse-com-asteroide/>>.
- ARANTES, José Tadeu. Quatro famílias de asteroides extremamente jovens são identificadas. *Agência FAPESP*, 4 set. 2018. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/quatro-familias-de-asteroides-extremamente-jovens-sao-identificadas/28628/>>.

Asteroides e cometas

O Sistema Solar, além dos planetas e dos planetas-anões, também é constituído de corpos celestes menores, como asteroides e cometas, cujas características principais foram estudadas no 6º ano.

Relembrando rapidamente, os asteroides são fragmentos rochosos que se encontram no Sistema Solar interno. Constituem o Cinturão de Asteroides, que se encontra entre Marte e Júpiter.

Os cometas são corpos congelados e se encontram no limite externo do Sistema Solar, na região denominada Nuvem de Oort. Apesar de serem corpos celestes pequenos, há registros deles desde a Antiguidade devido à sua característica principal: a cauda.

Ao se aproximarem do Sol, parte de seus componentes se vaporiza e deixa um rastro como se fosse uma cauda. Há cerca de 1 000 cometas catalogados e, entre esses, aproximadamente 150 com períodos conhecidos.



Cometa Ison, observado em 2013 pelo Telescópio Hubble.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

JPL-Caltech/NASA



- Hipótese nebular.
- Nossa galáxia: a Via Láctea.
- Unidade Astronômica (UA).
- Componentes do Sistema Solar.
- O Sol: estrutura e principais características.
- Os planetas que compõem o Sistema Solar.
- Os planetas-anões do Sistema Solar.
- Os asteroides e os cometas.

222

Respostas e comentários das questões da p. 223

Pense e resolva

1. Resposta pessoal. Os estudantes poderão retirar ideias e hipóteses de partes do texto sobre a teoria nebular nas páginas 209 e 210.
2. Quando ocorre um eclipse total do Sol, o disco lunar encobre até a fotosfera. A cromosfera pode ser observada durante os eclipses, quando a Lua esconde o disco da fotosfera. Ainda acima

da cromosfera se encontra a coroa, a camada mais externa da atmosfera do Sol. Ela também é mais bem observada durante os eclipses, pois, apesar de ter um brilho equivalente ao da lua cheia, ela fica obscurecida quando a fotosfera é visível.

3. A Coroa Solar é a camada mais externa, mais larga e rarefeita da atmosfera do Sol. Dela emana o vento solar, um fluxo contínuo de partículas subatômicas que, quando entram na atmosfera da Terra pelos polos, causam as auroras boreal e austral. A cromosfera estende-se por 10 mil km acima da fotosfera e

Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

- Segundo as etapas da teoria nebular, que hipóteses você proporia para explicar a formação e a posição dos planetas rochosos em órbitas mais próximas ao Sol e dos planetas gasosos em órbitas mais distantes?
- Que partes do Sol podem ser mais bem observadas e estudadas durante um eclipse total do Sol?
- Indique as camadas do Sol associando a cada uma pelo menos uma característica que a identifique.
- Quais são os corpos celestes que compõem o Sistema Solar?
- Que relação poderá ser feita ao comparar as distâncias médias entre cada planeta e o Sol com seus respectivos períodos de revolução?
- Alguns planetas e planetas-anões apresentam luas e outros não. Assinale a alternativa que contém planetas e/ou planetas-anões que apresentam luas: **Alternativa d.**
 - Vênus, Terra, Éris e Plutão
 - Mercúrio, Terra, Júpiter e Urano
 - Vênus, Ceres, Saturno e Plutão
 - Terra, Éris, Plutão e Júpiter

Indique no caderno a alternativa correta e informe pelo menos uma ou duas luas importantes de cada astro (caso ele apresente mais de uma lua).
- Estima-se que Júpiter tenha massa equivalente a 318 planetas Terra. Considerando a massa da Terra $6 \cdot 10^{24}$ kg, faça seus cálculos no caderno e indique a massa aproximada de Júpiter em kg: **Alternativa d.**
 - $318 \cdot 10^{24}$ kg
 - $1,90 \cdot 10^{24}$ kg
 - $6 \cdot 10^{27}$ kg
 - $1,90 \cdot 10^{27}$ kg
- A emissão de gases provenientes da queima de combustíveis fósseis, como o gás carbônico, causa sérios impactos ambientais. Caso tivéssemos um excesso de emissão

desses gases, a Terra teria seu efeito estufa intensificado e sua atmosfera, guardadas as devidas proporções, poderia se tornar semelhante à de um outro planeta de nosso Sistema Solar. Que planeta é esse? O que aconteceria com a temperatura média da Terra?

- Segundo Carl Edward Sagan, cientista, astrônomo, astrofísico e cosmólogo, “não estamos sozinhos no Universo”. Já há um bom tempo, o ser humano acredita que possa existir vida em outros planetas fora do Sistema Solar. Mas, para que exista vida semelhante à que nós conhecemos, é preciso que se contemplem algumas condições necessárias no exoplaneta. Na sua opinião quais seriam algumas dessas condições?

SÍNTESE

Com base no texto sobre os componentes do Sistema Solar, responda:

- Quais são os planetas internos do Sistema Solar e qual é o maior entre eles?
- Quais são os planetas externos do Sistema Solar e qual é o maior entre eles?
- Qual é o planeta mais distante do Sol?
- Qual dos planetas do Sistema Solar tem aproximadamente o mesmo tamanho da Terra?
- Quantas “Terras” caberiam em Júpiter?
- Como seria possível descrever nossa morada no Universo?
- Onde se localiza o Cinturão de Asteróides? Cite alguns exemplos de asteroides mais conhecidos.
- Na atualidade, somente Plutão é classificado como planeta-anão?

DESAFIO

Analisar o fragmento de texto a seguir:

A Nuvem de Oort, também chamada de Nuvem de Öpik-Oort, é uma nuvem esférica de planetesimais voláteis que se acredita estar localizada a cerca de 50 000 UA do

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

- Quanto mais afastada sua órbita em relação ao Sol, maior será o período de revolução/translação do planeta.
- e 7. Veja a reprodução do livro do estudante.
- Esse planeta é Vênus, cuja atmosfera apresenta grande quantidade de gases estufa. O aumento excessivo desses gases intensificaria o efeito estufa, aumentando drasticamente a temperatura média da Terra.
- Presença de água nos três estados físicos (lembrar que o vapor de água é importante para a vida de muitos seres vivos, umidade do ar, etc.), presença de uma atmosfera rica em gás oxigênio e também de certa quantidade de gás carbônico necessário para a fotossíntese e para manter o efeito estufa; temperatura média anual dentro de padrões, distância adequada da estrela que fornece a radiação para o planeta de acordo com o tamanho da estrela, etc.

Síntese

- São Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. O maior de todos é a Terra.
- São Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. O maior de todos é Júpiter.
- Netuno.
- Vênus.
- Caberiam aproximadamente 1300 Terras.
- Partindo do meio mais externo para o mais interno seria: grupo local das galáxias, Via Láctea, Sistema Solar, planeta Terra, hemisfério Sul, Brasil.
- Na região espacial entre Marte e Júpiter. Asteróides mais conhecidos são: Ceres, Vesta, Palas e Hígia. Ceres, o maior e o único planeta-anão do cinturão.
- Não. Existem outros planetas-anões, como Ceres, Éris, Haumea e Makemake.

► a temperatura aumenta da base para o topo, tendo um valor médio de 15 mil °C. A fotosfera é a camada visível do Sol, com cerca de 330 km de espessura e temperatura de 6 000 °C. Pode apresentar pontos escuros, as manchas solares que indicam regiões onde os gases mais frios e mais densos escorrem para baixo num processo convectivo. A zona convectiva é onde ocorre o processo de convecção dos gases ionizados, gases superaquecidos que se expandem e tendem a subir, e gases das partes superiores menos aquecidas tendem a descer. A

zona radiativa é a região que a energia flui do núcleo por radiação. E o núcleo é a região em que a energia é produzida por reações termonucleares [fusão nuclear] com temperatura de cerca de 10 milhões de graus Celsius.

- Uma estrela – o Sol –, oito planetas, planetas-anões, luas ou satélites naturais, asteroides e cometas. Como os estudantes já viram em capítulos do 6º ano, é possível que acrescentem também meteoróides, meteoros e meteoritos.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Desafio

- a) $D_{UA} = 50000 \times \frac{1}{1000} = \frac{50000}{1000} = 50 \text{ UA}$
 $D_{km} = 50 \times 1,5 \times 10^8 \text{ km} = 75 \times 10^8 \text{ km} = 7,5 \times 10^9 \text{ km}$
- b) $D = 50000 \text{ UA} - 50 \text{ UA} = 49950 \text{ UA}$
- c) $D_{Terra-Sol} = 1 \text{ UA}$
 $D_{Terra-Kuiper} = 49950 \text{ UA} - 1 \text{ UA} = 49949 \text{ UA}$
 $D_{km} = 49949 \times 1,5 \times 10^8 \text{ km} = 74923,5 \times 10^8 \text{ km} \cong 7,5 \times 10^{12} \text{ km}$
- d) Se a luz se deslocou no espaço durante 4,3 anos, então a distância em anos-luz será 4,3 AL.
 $D_{km} = 4,3 \times 9,5 \times 10^{12} \text{ km} = 40,85 \times 10^{12} \text{ km} \cong 4,1 \times 10^{13} \text{ km}$
- e) $D = 7,9 \text{ bilhões de km} = 7,9 \times 10^9 \text{ km}$
 $D_{UA} = 7,9 \times 10^9 \div 1,5 \times 10^8 \text{ km} = \frac{7,9 \times 10^9}{1,5 \times 10^8} = \frac{79 \times 10^9}{1,5 \times 10^8} = \frac{79}{1,5} \cong 52,7 \text{ UA}$

Prática

Organize a turma em quatro grupos e oriente toda a execução do experimento.

Peça que discutam, anatem as respostas das questões propostas nos procedimentos e elaborem ao final da atividade uma conclusão coletiva.

Circule entre os grupos durante a execução dos procedimentos, observando se conseguem aplicar corretamente as informações sobre a escala adotada para representar os componentes do Sistema Solar. Se necessário, auxilie-os na resolução matemática das três questões propostas.

Permita que cada grupo faça suas considerações sobre a atividade prática e, coletivamente, faça toda a correção e uma pequena síntese dela.

Aproveite para discutir e esclarecer as possíveis dúvidas que tenham restado sobre os temas discutidos no capítulo.

Respostas nas Orientações Didáticas.

Sol. Isso significa que ela está a aproximadamente 1/4 da distância da Próxima Centauri, a estrela mais próxima do Sol. O Cinturão de Kuiper e o disco disperso, outras duas regiões do Sistema Solar, localizam-se a um milésimo da distância estimada da Nuvem de Oort.

Com base nas informações do texto e sabendo que $1 \text{ UA} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ e que $1 \text{ AL} = 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$, calcule:

- a) Qual é a distância, em UA e em km, entre a Nuvem de Oort e o Cinturão de Kuiper?
- b) A que distância do Sol, em UA, está localizado o Cinturão de Kuiper?
- c) Qual é a distância aproximada da Terra ao Cinturão de Kuiper, em km?
- d) Estima-se que a luz que vemos hoje à noite, aqui na Terra, emitida pela estrela Próxima Centauri, deslocou-se no espaço interestelar durante 4,3 anos. Qual é a distância aproximada da estrela à Terra, em AL e em km?
- e) Estima-se que o terceiro maior planeta-anão do Sistema Solar, Makemake, encontra-se a cerca de 7,9 bilhões de quilômetros do Sol. Qual é o valor dessa distância, em UA?

PRÁTICA

O Sistema Solar em miniatura

Objetivo

Representar o tamanho dos planetas e as distâncias entre eles usando a mesma escala é muito difícil: seria necessário muito espaço para isso, tão grande é a distância entre eles. O objetivo desta atividade é construir um modelo do Sistema Solar utilizando duas escalas, uma para representar o tamanho do Sol e dos planetas, e outra para representar as distâncias entre os astros.

Material

- 6 metros de barbante
- Fita-crepe

224

- 1 trena ou fita métrica
- 1 caneta
- 1 bola de basquete
- 1 alfinete com cabeça
- 1 bola de pingue-pongue
- 1 bola de gude
- 2 amendoins
- Grãos de pimenta
- Grãos de gergelim

Procedimento

1. Para representar o tamanho proporcional do Sol e dos planetas do Sistema Solar analise a tabela a seguir. Na coluna "Representação" estão relacionados alguns objetos que guardam relação de proporção com os astros do Sistema Solar. Você pode providenciá-los ou substituí-los por outros de mesmo tamanho. Assim, pelo menos qualitativamente, você terá uma ideia do tamanho relativo de cada astro em comparação com os demais.

Astro	Diâmetro médio aproximado (km)	Diâmetro médio aproximado na escala (mm)	Representação
Sol	1 400 000	230	Bola de basquete
Mercúrio	5 000	0,8	Cabeça de alfinete
Vênus	12 000	2	Grão de pimenta
Terra	13 000	2	Grão de pimenta
Marte	7 000	1	Grão de gergelim
Júpiter	143 000	24	Bola de pingue-pongue
Saturno	120 000	20	Bola de gude
Urano	51 000	9	Amendoim
Netuno	49 000	8	Amendoim

Indicações de sites [acesso em: 29 out. 2018]

Alguns estudantes podem se mostrar mais interessados em Astronomia. Sempre que possível, indique alguns sites que apresentem informações recentes e confiáveis para aqueles que desejem saber mais sobre o tema.

- Sonda Juno mostra um Júpiter totalmente diferente. *Inovação Tecnológica*, 26 maio 2015. Disponível em: <www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=sonda-juno-mostra-jupiter-totalmente-diferente&id=010175170526&ebol=sim>.
- Maior simulação do Universo mostra cubo de 1 bilhão de anos-luz. *Inovação Tecnológica*, 5 fev. 2018. Disponível em: <www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=maior-simulacao-universo&id=010130180205#.W9MJOPiReM8>.
- Materiais de aula sobre o Sistema Solar. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/~riffel/fundamentos/notas_aula.html>.
- Página da Nasa sobre o telescópio Kepler. Disponível em: <www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html>.

Respostas nas Orientações Didáticas.

2. Para representar a distância entre os astros você vai precisar de um espaço grande e liso, de preferência uma mesa grande ou o chão. Analise a próxima tabela, que apresenta as distâncias entre o Sol e os demais planetas. Para esta atividade, o Sol será o marco zero. A partir dele, e utilizando as distâncias em centímetros, estique o barbante e vá medindo as distâncias com a trena. Marque a posição de cada um dos astros colando um pedaço de fita-crepe com o nome do astro na posição correta do barbante.

Astro	Distância média aproximada do Sol (km)	Distância média aproximada do Sol na escala (cm)
Mercúrio	58 000 000	2,9
Vênus	108 000 000	5,4
Terra	150 000 000	7,5
Marte	228 000 000	11,4
Júpiter	777 000 000	38,9
Saturno	1 400 000 000	71,5
Urano	2 900 000 000	143,5
Netuno	4 500 000 000	225,2

Discussão final

Agora imagine a seguinte situação: que fosse solicitado a você representar também a distância da estrela mais próxima da Terra depois do Sol, a Alfa Centauri C.

Esses seriam os dados dela:

- Distância aproximada da Terra: 40 000 000 000 000 km.
- Distância aproximada na mesma escala utilizada acima: 2 050 000 cm.

1. Será que um rolo de barbante com 250 m seria suficiente? Quantos rolos de barbante seriam usados para preencher essa distância?
2. Com base na escala obtida, quantos quilômetros você teria de caminhar esticando o barbante?
3. Com os dados obtidos acima utilizando a escala é possível perceber que a distância que nos separa das estrelas é muito grande. Considere a seguinte situação hipotética: Viajando no espaço sideral a uma velocidade de 45 000 km/h, uma nave percorreria em um ano a distância aproximada de $4 \cdot 10^8$ km. Se você viajasse nessa nave rumo à Alfa Centauri C, quantos anos demoraria aproximadamente para percorrer só o trecho de ida?



Orientações
didáticas

Respostas e comentários
das questões

Prática

1. Um rolo não seria suficiente. A distância (dada em escala) na unidade metros corresponde a 20 500 metros. Seriam necessários: $20\,500\text{ m} \div 250\text{ m} = 82$ rolos de barbante com 250 m.
2. Reduzindo 2 050 000 cm a km, teríamos 20,5 km. Teria que caminhar 20,5 km.
3. Distância da estrela à Terra = $4 \cdot 10^{13}$ km. Distância percorrida pela nave em um ano = $4 \cdot 10^8$ km. Tempo em anos para percorrer a distância de ida à estrela: $\text{Tempo} = (4 \cdot 10^{13}) \div (4 \cdot 10^8) = 10^5 \text{ anos} = 100\,000 \text{ anos}$. Pelos dados obtidos, fica difícil prever como e quando conseguiremos realizar viagens interestelares!

Habilidade da BNCC

(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Relacionar a observação sistemática do céu registrada por nossos antepassados com os princípios da Arqueoastronomia.
- Estabelecer semelhanças e diferenças entre os objetos de estudo e pesquisa da Arqueoastronomia e Etnoastronomia.
- Enumerar os pontos convergentes e o alinhamento entre a Arqueoastronomia e Etnoastronomia na criação da Astronomia cultural.
- Compreender a importância da Astronomia cultural na pesquisa e interpretação dos registros deixados pelas diversas e diferentes culturas que nos antecederam.
- Discutir e sintetizar pontos essenciais da Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural, proposta pela Unesco.
- Detalhar algumas evidências de acontecimentos periódicos que influenciaram na criação dos calendários pelas diferentes culturas.
- Compreender que mitos e lendas desenvolvidos pelas diferentes culturas estão associados à observação e à explicação de fenômenos celestes estudados em diferentes períodos evolutivos de cada cultura.

Objeto de conhecimento

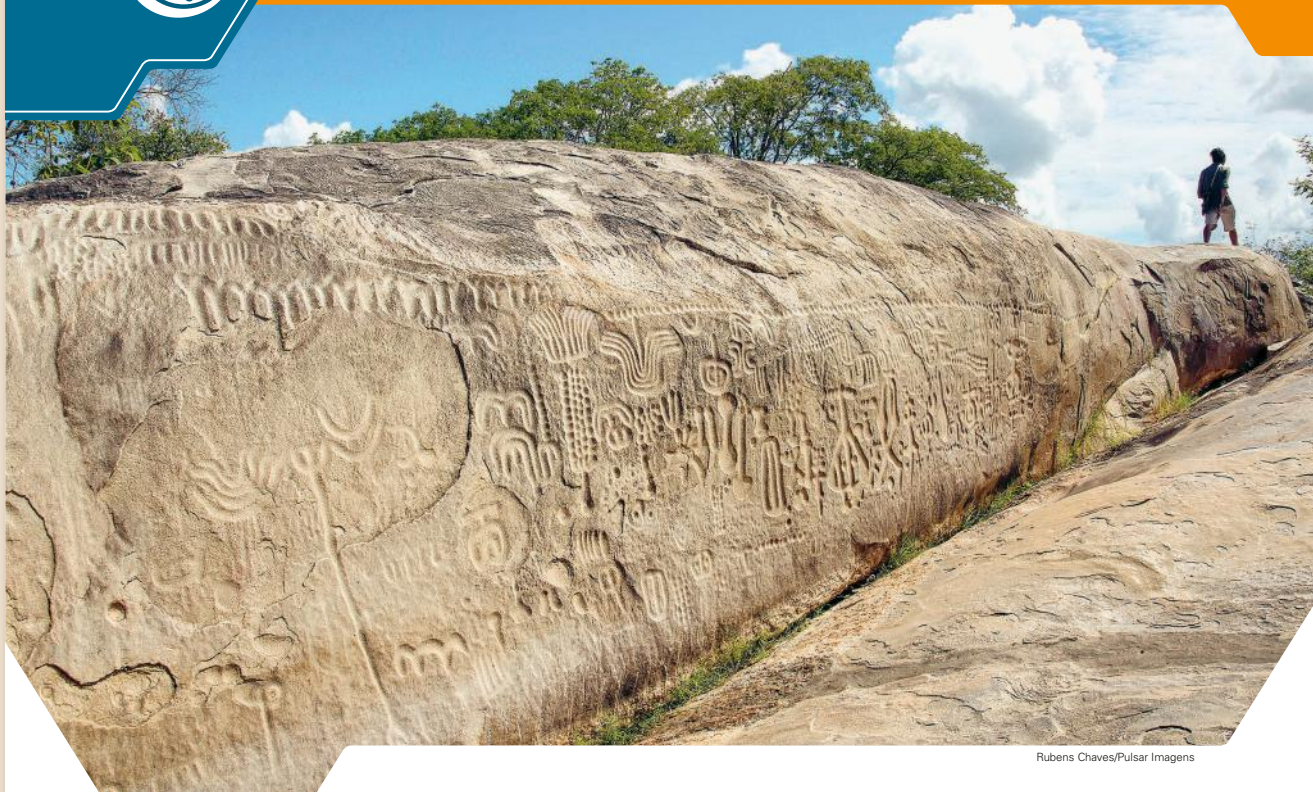
- Astronomia e cultura.
- Arqueoastronomia e etnoastronomia.

Capítulo

15



Etnoastronomia



Rubens Chaves/Pulsar Imagens

Pedra do Ingá, no município de Ingá (PA), 2015. Supõe-se que as inscrições esculpidas na pedra tenham sido feitas, aproximadamente, em 4000 a.C. Acredita-se que tenha sido um local de rituais religiosos relacionados à Astronomia.

A fotografia acima é de um sítio arqueológico tombado como patrimônio nacional em 1944. Trata-se da Pedra do Ingá, que representa um dos indícios mais expressivos da Astronomia pré-histórica no Brasil.

A observação do céu é uma prática muito antiga e foi registrada por diversos povos. Vimos no 6º ano que o mapeamento do céu por meio das constelações permitia interpretações e marcava eventos associados a fenômenos naturais que ocorriam na Terra.

Como os povos que habitavam essa região associavam esses fenômenos celestes aos acontecimentos do dia a dia? Outras civilizações também interpretavam o céu da mesma maneira? Qual a finalidade da observação do céu para as diferentes etnias? Como os povos antigos sabiam qual era a melhor época para plantar, colher e fazer suas festas religiosas? Quais eram os principais mitos, lendas e tipos de orientação espacial associados às diferentes culturas?

Neste capítulo vamos entender um pouco mais a interpretação do céu feita por diferentes povos.

226

Problematização/Conhecimentos prévios

Apresente aos estudantes a imagem e o texto de abertura do capítulo e proponha algumas questões problematizadoras, como: “Há semelhança entre as observações do céu de povos antigos e as observações atuais?”; “Em que se baseavam as observações do céu dos povos antigos? Quais associações faziam com os fenômenos celestes?”; “Qual a finalidade da observação do céu para as diferentes etnias?”; “Quais eram suas preocupações, seus mitos e lendas?”.

Peça aos estudantes que se reúnam em trios e elaborem um pequeno texto indicando como poderia ser o trabalho desenvolvido por um arqueólogo. Incentive-os a compartilhar suas produções com os colegas.

Com os estudantes ainda reunidos em trios indique a leitura e síntese do tópico “Um olhar étnico e cultural sobre o Universo” e do boxe *Um pouco mais* “Arqueoastronomia × Etnoastronomia” (página 227).

Um olhar étnico e cultural sobre o Universo

A observação sistemática do céu e a utilização dos astros como fonte de inspiração para as explicações de grande parte dos fenômenos naturais são marcantes entre os povos das mais diversas culturas. Embora o céu seja visto, em cada hemisfério, com as mesmas configurações e características, a maneira como ele é observado e interpretado pelas diferentes culturas não é a mesma.

A construção dos saberes de cada povo se deu com base em situações específicas e na observação de fenômenos que ocorriam na natureza ao redor. Esses saberes eram, em grande parte, associados à observação sistemática do céu, e os eventos astronômicos orientavam as necessidades básicas de sobrevivência de cada grupo, como a procura de lugares para morar, a busca e a coleta de alimentos, a caça e a pesca, além do início da prática da agricultura.

Além disso, a orientação nos deslocamentos, a contagem do tempo para prever fenômenos periódicos, a elaboração de calendários, a criação de lendas e, até mesmo, aspectos místicos e religiosos foram sendo marcados ao longo do tempo com a observação do céu.

No século XIX, com a busca de evidências astronômicas de como nossos antepassados interpretavam o céu, astrofísicos, astrônomos e geólogos iniciaram uma nova área de pesquisa: a **Arqueoastronomia**. As descobertas arqueológicas feitas sob o olhar da Astronomia permitiram que surgissem interpretações a respeito dos costumes e crenças de povos de diferentes etnias, motivando o desenvolvimento de outra área complementar à Arqueoastronomia, nascendo, desse modo, a **Etnoastronomia**.

Assim, tratando-se de estudos que envolvem tanto a Astronomia como a Etnoastronomia, um novo termo vem sendo utilizado, pois complementa as principais atividades dessas duas áreas: a **Astronomia cultural**.

UM POUCO MAIS

Arqueoastronomia × Etnoastronomia

Embora se complementem, deve ficar claro que, enquanto a Arqueoastronomia se ocupa da descoberta de objetos, sinais, registros, gravuras produzidas por civilizações antigas e utilizadas para representar as observações do céu e de fenômenos astronômicos, a Etnoastronomia se ocupa da influência da Astronomia na cultura de um povo. Uma descoberta na Arqueoastronomia envolve sempre uma interpretação do que isso representaria para o povo do local dessa descoberta, objeto de trabalho da Etnoastronomia.

Nesse aspecto, a Etnoastronomia requer uma boa dose de pesquisa sobre aspectos e costumes de povos, desafiando a imaginação dos cientistas quando se pretende decifrar, por exemplo, que uma imagem de corpos celestes desenhados em uma caverna está relacionada a uma mensagem ou a uma ideia, e não se trata apenas de uma simples figura.

Essa relação fica mais clara quando se analisam os conhecimentos passados de geração para geração pelos costumes, tradições e crenças.

Na atualidade, os trabalhos desenvolvidos e os resultados obtidos pelos especialistas que atuam nessas duas áreas começa a ser apresentada sob o foco da Astronomia cultural.

Visite também!

Miniobservatório Astronômico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Disponível em: <www.das.inpe.br/miniobservatorio/visitas.php> [acesso em: 1º set. 2018].

Nesse observatório, localizado em São José dos Campos (SP), é possível ver o céu através de um telescópio e assistir a palestras com astrônomos. As visitas devem ser previamente agendadas.



Neste capítulo

Enfatize para os estudantes que a observação do céu é uma prática muito antiga e foi registrada por diversos povos. A tônica deste capítulo está nas explicações para os fenômenos celestes a partir da observação sistemática do céu por povos das mais diversas culturas. Chame a atenção dos estudantes para o fato de que, apesar de o céu ser muito semelhante nos diversos locais do mundo, a análise dos diferentes povos e culturas a respeito dele pode variar.

Comente que a Arqueoastronomia surgiu da busca por informações sobre como nossos antepassados observavam o céu; a partir desse ramo da ciência, surgiu a Etnoastronomia, que relaciona as diferentes interpretações do céu à cultura de cada povo.

A pesquisa de fatos que marcam as culturas dos povos inclui mitos, lendas, calendários e explicações fenomenológicas de várias civilizações antigas como egípcios, sumérios, babilônios e até povos autóctones das Américas, da África e da Oceania. Essa pesquisa analisa também de que forma se dá a preservação da diversidade cultural.

Explique que, a partir dos registros deixados por civilizações que nos antecederam, cientistas e pesquisadores das diversas áreas do conhecimento têm obtido novas informações sobre a identidade, a relação social e a economia de diferentes povos, reconhecendo sua importância na formação cultural e no desenvolvimento social das sociedades modernas.

Ao longo deste capítulo, conduza as discussões de modo a incentivar a valorização das diferentes culturas apresentadas. É importante que os estudantes compreendam que conhecer a Astronomia cultural de um povo permite entender diversos aspectos de sua cultura e da relação com o mundo que o cerca, além de representar uma forma de preservar suas crenças e seu direito à liberdade histórica e cultural.



No Material Digital do Professor você encontrará o **audio-visual “Astronomia cultural”**, que poderá ser apresentado aos estudantes para complementar o estudo deste tema.



No Material Digital do Professor você encontrará a **Sequência didática “Etnoastronomia”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Orientações didáticas

Esteja atento ao fato de que os temas trabalhados neste capítulo são muito mais teóricos do que práticos. Assim, a maior parte do trabalho a ser desenvolvido deve ser direcionada para pesquisas, leituras, debates, rodas de conversa, etc.

Portanto, para iniciar esse trabalho, sugerimos que solicite aos estudantes uma breve pesquisa sobre Astronomia cultural. Caso haja a disponibilidade de recursos digitais com acesso à internet, eles podem realizar as pesquisas por meio de ferramentas de busca *on-line*, priorizando sempre o acesso a *sites* que apresentem conteúdo confiável, como páginas de instituições de ensino. Caso não haja a possibilidade do uso de recursos digitais, considere a possibilidade de selecionar previamente e disponibilizar materiais em meio físico sobre o assunto (livros, revistas especializadas, cópias impressas de conteúdos disponíveis *on-line*, entre outros). É importante esclarecer que, independentemente das fontes de pesquisa, os estudantes devem registrar, no caderno, um breve texto que poderá ser compartilhado com o restante da turma em um momento oportuno.

Como os estudantes já fizeram a leitura do boxe *Um pouco mais* da página anterior, peça a eles que componham um pequeno glossário sobre esses termos no caderno, uma vez que esses conceitos serão retomados ao longo de todo o capítulo.

A seguir, listamos alguns sítios arqueológicos brasileiros. Verifique a possibilidade de organizar um estudo do meio em algum deles ou solicite aos estudantes que pesquisem e elaborem cartazes para apresentá-los aos colegas. Se desejar, essas atividades podem constituir um trabalho interdisciplinar com os professores de Geografia e História.

- Parque Nacional da Serra da Capivara — São Raimundo Nonato (Piauí).

Os primeiros estudos sobre Astronomia cultural apareceram nas últimas décadas do século XIX, com a investigação de alinhamentos astronômicos em sítios arqueológicos, no trabalho pioneiro do arqueólogo Sir Flinders Petrie (1853-1942) sobre o Stonehenge (veja a imagem abaixo), em 1880, complementado com as investigações do astrofísico Sir Joseph Norman Lockyer (1836-1920) sobre as pirâmides do Egito e o Stonehenge. Ambas as pesquisas lançaram as bases de uma metodologia de investigação dos sítios arqueológicos.

A Astronomia cultural se dedica ao estudo das evidências de como cada povo, antigo ou moderno, observa, registra e interpreta os fenômenos celestes, integrando-os aos acontecimentos e às necessidades de cada época, como um sistema de referência e enriquecendo seu patrimônio cultural.



As antigas civilizações estabeleceram calendários com base no Sol, na Lua e nas estrelas, importantes para os seus rituais e suas atividades agrícolas. Um exemplo disso são as *saywas*, amontoados de pedras no deserto do Atacama, no Chile, que funcionavam como uma espécie de calendário entre os Incas. Fotografia de 2018.



O santuário de Stonehenge, localizado na planície de Salisbury, na Inglaterra, é um monumento construído pelos povos celtas, entre 4 mil e 5 mil anos atrás, para observar a ocorrência de solstícios e de equinócios. Acredita-se que sua importância estava associada aos ciclos das estações e à agricultura. Fotografia de 2016.

➤ Astronomia cultural: pesquisando as “marcas” do passado

Nas diferentes disciplinas, desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, você provavelmente aprendeu sobre **lendas e mitos** e pôde perceber que existem diferentes explicações para os fenômenos que ocorrem na natureza em diferentes culturas. O que é diferente de nossa cultura e de nossos costumes é simplesmente diferente, e não deve ser considerado melhor nem pior.

Em seus estudos sobre formação do Universo, sistemas planetários e fenômenos astronômicos, você observou que muitas explicações que consideramos próprias à nossa cultura são provenientes de interpretações e de modelos propostos por filósofos gregos. No entanto, a observação do céu pode ser bem mais antiga.

É bem possível que nossos ancestrais pensassem que, ao desvendar os mistérios celestes, seria possível conhecer e prever fenômenos que rodeavam o ser humano. Assim, surgiram calendários, relógios solares, interpretações de eclipses, nomes de constelações e outros elementos que acabaram por fazer parte da cultura de cada povo.

228

- Parque Nacional do Catimbau — Buíque, Tupanatinga e Ibimirim (Pernambuco).
- Parque Arqueológico do Solstício — Calçoene (Amapá).
- Sítio Arqueológico Pedra Pintada — Pacaraima (Roraima).
- Sítio Arqueológico São João Batista — Entre-Ijuís (Rio Grande do Sul).
- Sítio Arqueológico do Lajedo de Soledade — Apodi (Rio Grande do Norte).

Acredita-se que outras civilizações apresentavam essa preocupação e se baseavam na observação do céu para firmar o seu poder de dominação e de sabedoria, como é o caso dos mesopotâmios, dos egípcios e dos maias.



A observação do céu pelos gregos. Na imagem, Ptolomeu utiliza um instrumento chamado quadrante para medir a altitude da Lua. Entalhe feito por Gregor Reisch, Basileia, 1508.

EM PRATOS LIMPOS

Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural – Unesco

A cultura se encontra no centro dos debates contemporâneos sobre a identidade, a coesão social e o desenvolvimento de uma economia fundada no saber. Verifica-se um crescente reconhecimento da importância do conhecimento tradicional como fator de formação da ciência e de seus reflexos na sociedade.

Com isso, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) propôs uma linha de ação mundial elaborando a “Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural”. Nela, a Unesco reafirma seu compromisso com a plena realização dos direitos humanos e das liberdades fundamentais proclamadas na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em outros instrumentos universalmente reconhecidos, com a ampla difusão da cultura e da educação da humanidade para a justiça, a liberdade e a paz como elementos indispensáveis para a dignidade do ser humano e um dever sagrado que todas as nações devem cumprir com um espírito de responsabilidade e de ajuda mútua.

Reafirma também que a cultura deve ser considerada o conjunto dos traços distintivos espirituais e materiais, intelectuais e afetivos que caracterizam uma sociedade ou um grupo social e que abrange, além das artes e das letras, os modos de vida, as maneiras de viver juntos, os sistemas de valores, as tradições e as crenças.

Nas linhas gerais do plano de ação, é selado um compromisso das nações em tomar medidas apropriadas para difundir amplamente a Declaração Universal da Unesco sobre a Diversidade Cultural e fomentar sua aplicação efetiva, cooperando, em particular, com vistas à realização de vários objetivos, entre eles, o de **respeitar e proteger os sistemas de conhecimento tradicionais, especialmente os das populações autóctones; reconhecer a contribuição dos conhecimentos tradicionais para a proteção ambiental e a gestão dos recursos naturais e favorecer as sinergias entre a ciência moderna e os conhecimentos locais.**

Elaborado com base em **Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural**. 2002. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127160por.pdf>> (acesso em: 30 jul. 2018).

Autóctone:

indígena, aborígene; diz-se do habitante original de uma região ou algo relativo a ele.

Sinergia: ação ou esforço simultâneos; cooperação; coesão; trabalho ou operação associados; coesão dos membros de um grupo ou coletividade em prol de um objetivo comum.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Astronomia cultural: pesquisando ‘marcas’ do passado” e registre no quadro de giz as principais ideias apresentadas. Oriente a análise da imagem desta página, chamando a atenção dos estudantes para a forma como gregos antigos observavam o céu e registravam suas observações.

Na sequência, leia para a turma o texto do box *Em pratos limpos* e, se possível, organize um debate com os estudantes sobre o tema. Se necessário, proponha algumas questões motivadoras, como: “O que é diversidade cultural?”; “O que as nações podem fazer para assegurar a diversidade cultural de seus povos e combater os preconceitos? E a sociedade?”. É imprescindível que os estudantes reconheçam que as diferenças entre as diversas culturas devem ser encaradas com curiosidade e respeito, sem julgamentos. Enfatize que aquilo que é diferente de nossa cultura e de nossos costumes é simplesmente diferente, e não deve ser considerado nem melhor nem pior.

Indicação de filme

Cuaracy Ra'Angaba – O céu tupi-guarani. Documentário. Direção: Lara de Campos Velho. 2013. 25 min.

Sinopse: Os indígenas que habitavam o Brasil antes da chegada dos portugueses há muito perceberam que as atividades de caça, pesca, coleta e lavoura estão sujeitas a flutuações sazonais. O documentário apresenta ao público o olhar dos índios Guarani e da pesquisa do professor Germano Bruno Afonso, pioneiro da Etnoastronomia brasileira. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=obuRxNgAh6c> [acesso em: 29 out. 2018].

Orientações didáticas

Organize a turma em grupos de três ou quatro estudantes e, utilizando recursos digitais ou materiais impressos previamente, proponha uma pesquisa sobre o tópico: “A marcação do tempo”, voltada para os calendários propostos pelas antigas civilizações. Oriente-os a restringir o campo de pesquisa até o calendário gregoriano. Após a pesquisa, os grupos devem escolher um dos calendários pesquisados e fazer uma reprodução ampliada de um deles. Incentive-os a incluir desenhos e textos em suas representações e, se possível, utilizar materiais diversos (colas coloridas, tintas, lápis, etc.). Ao final da atividade, verifique a possibilidade de realizar uma exposição dos trabalhos em algum espaço da escola ou em um evento escolar/cultural.

Aproveite essa oportunidade para solicitar aos estudantes que pesquisem e esquematizem no caderno a disposição das estrelas que formam a constelação do próprio signo. Sugira também que coloquem em forma de esquema ou lista a posição de alguns planetas no céu no mês do próprio signo.

Outra possibilidade de atividade é fazer a observação de um mapa celeste que pode ser encontrado no site sugerido a seguir. Também é possível trabalhar com o programa de domínio público *Stellarium* (em inglês), disponível para download no site <www.stellarium.org> [acesso em: 19 out. 2018].

Indicação de site

[acesso em: 28 out. 2018]

Telescópios astronômicos. Disponível em: <www.telescopiosastronomicos.com.br/mapas.html>.

Library Of Congress, African And Middle Eastern Division/SPL/Photorena



Calendário mesopotâmio em argila, datado de 21 a 20 séculos a.C., encontrado no acervo da Biblioteca do Congresso em Washington, Estados Unidos.

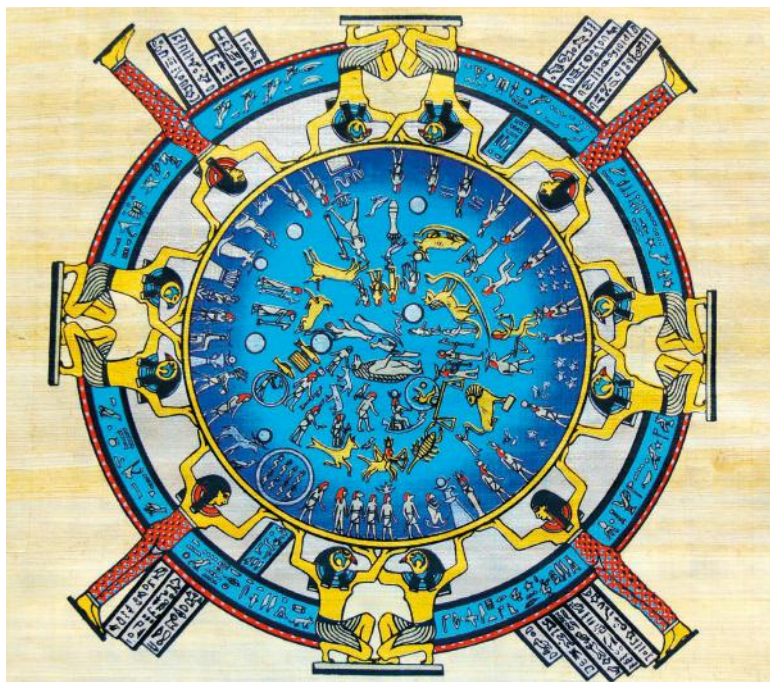
A marcação do tempo

Esqueça seu relógio, seu calendário e outros marcadores de tempo. Você seria capaz de “medir” o tempo sem eles? Como seriam medidos os dias, os meses e o ano?

Para as civilizações que nos antecederam, a resposta está na observação do céu. Era dessa forma que os primeiros seres humanos conseguiam entender os ciclos que acontecem na natureza, identificando momentos de abundância e de escassez de alimentos, os momentos certos para plantar e para colher, o tempo de reprodução de animais e outros ciclos. A observação e o registro desses acontecimentos periódicos influenciaram a criação de calendários.

Há indícios de que o calendário dos mesopotâmios tenha sido construído por volta de 2700 a.C. com o intuito de marcar algumas datas importantes para o registro do tempo. Seu calendário era composto de 12 meses com 29 ou 30 dias, totalizando um ano de 354 dias.

Já o calendário egípcio parece ser um pouco mais antigo, criado há cerca de 6 000 anos, com base no ciclo solar. Daí o nome de calendário solar, que era dividido em três estações, verão, inverno e inundação, e em 12 meses com 30 dias e mais 5 dias de festas ao final para o ajuste do ano.



Calendário solar egípcio em papiro.

Há ainda o calendário islâmico, também chamado de calendário muçulmano, baseado no ciclo da Lua. Nesse calendário, o ano contém 354 dias e, nos anos abundantes, 355 dias, com 12 meses de 29 ou 30 dias intercalados. Cada mês do calendário muçulmano começa quando o crescente lunar aparece pela primeira vez após o pôr do sol, e tem cerca de 11 dias a menos que o calendário solar.

Acredita-se que, por volta de 550 a.C., a civilização maia tenha criado dois calendários: o civil, denominado Haab, e outro sagrado, denominado Tzolk'in. O Haab é baseado no ciclo do Sol e conta 18 meses de 20 dias e mais 5 dias adicionados ao final e que não pertencem a nenhum mês. O Tzolk'in contém 260 dias divididos em 13 meses de 20 dias. Alguns cientistas especulam que a divisão do mês em 20 dias teria sido para controlar os períodos de gestação das mulheres e o período das plantações de milho. Acredita-se também que cada mês estava associado a uma divindade, mais ou menos como se utilizam os signos do zodíaco.



Representação do calendário maia Tzolk'in: um dos mais complexos e precisos que o ser humano já produziu.

Orientações didáticas

Oriente os estudantes a pesquisar horóscopos. Não há a necessidade de estes serem atuais; o objetivo é apenas que os estudantes observem como são apresentados em relação aos astros, como "... a Lua em Câncer e Saturno em Capricórnio..."

Embora essa pesquisa não seja voltada para a análise e a interpretação de dados científicos, espera-se que os estudantes percebam que a crença de que a posição dos astros no céu influencia a vida de uma pessoa é proveniente de antigas gerações. Esse entendimento pode ser aprofundado com a leitura do boxe *Em pratos limpos*.



EM PRATOS LIMPOS

Como surgiram os signos do zodíaco?

Supõe-se que quase todas as civilizações antigas acreditavam que os astros poderiam influenciar a vida de uma pessoa, de acordo com a posição que ocupassem no céu no momento de seu nascimento.

Essa crença fez surgir o zodíaco (do grego *zodíaco* = 'círculo de animais'), representado por uma cadeia de constelações por onde o Sol desenvolve sua trajetória ao longo do ano. Em cada mês do ano, o Sol se encontra no seu deslocamento entre uma dessas constelações, caracterizando o período do tempo pertencente àquele signo do zodíaco. Por exemplo, o signo de Escorpião está associado ao período em que o Sol está em trânsito pela constelação de Escorpião. Foi o astrônomo grego Hiparco que, inspirado em um sistema de origem babilônica, dividiu essa região do céu em doze partes iguais, de 30 graus cada uma, caracterizando as constelações zodiacais por onde o Sol transitava no ano 134 a.C.

As doze constelações que representam os signos foram elaboradas a partir das imagens de várias mitologias correntes que compunham a mitologia grega ainda na Antiguidade. Assim, cada signo ficava associado a um mito.

Ao longo dos séculos, a trajetória do Sol entre as constelações já não é exatamente a mesma que a da Antiguidade, porém, os signos ainda fazem menções à mesma época e aos mesmos mitos.

Orientações didáticas

Dê continuidade à explicação sobre os diferentes tipos de calendários e incentive os estudantes a compartilhar os resultados de suas pesquisas. Chame a atenção dos estudantes para o trecho que trata do calendário solar elaborado pelos indígenas Tupi-Guarani e analise as imagens desta página com os estudantes.

Para mais informações, consulte o site: <www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos_e_estacoes_no_ceu_tupi-guarani.html> [acesso em: 20 nov. 2018].

Caso considere pertinente, compartilhe com eles o texto complementar a seguir, cujas informações poderão ser utilizadas para enriquecer as aulas e as rodas de conversa.

Texto complementar

Astronomia na oca

Você sabe identificar constelações? O princípio básico é a ligação das estrelas por traços imaginários que formam imagens no céu: uma cruz, um escorpião, um leão... As mesmas configurações podem ser reconhecidas em qualquer lugar do Brasil, mas nem todos veem o céu da mesma maneira. Muitas tribos indígenas brasileiras têm as suas próprias constelações.

O astrônomo Rundsthen Vasques de Nader, do Observatório do Valongo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, conta que as constelações indígenas são um pouco diferentes das constelações que conhecemos, de origem grega. Enquanto as constelações tradicionais são formadas apenas pela ligação imaginária entre estrelas, as dos índios levam em conta as regiões mais claras e escuras do céu noturno para criar os desenhos.

Entre os desenhos das constelações das tribos brasileiras estão muitas divindades e animais típicos da floresta. “Os guaranis, por exemplo, enxergam um homem velho, que é uma divindade, no lugar em que ficam as constelações de Órion e Touro”, conta Rundsthen.



O calendário chinês é baseado nos ciclos solar e lunar, e cada um dos doze signos é representado por um animal.

Na China, criou-se um calendário lunissolar, ou seja, baseado no ciclo solar e no ciclo lunar, que pode ser considerado o primeiro calendário criado no mundo. O ano é composto de 12 ciclos da Lua, totalizando 354 dias. A cada três anos, aproximadamente, é inserido um mês a mais para manter a sincronia com o ciclo solar.

O ciclo do calendário chinês tem 12 anos e se inicia em fevereiro de cada ano. Assim como os ocidentais, os chineses adotaram signos. No entanto, em vez de um signo por mês, os signos chineses são anuais, sendo divididos em doze animais: rato, boi, tigre, coelho, dragão, serpente, cavalo, carneiro, macaco, galo, cão e porco.

O calendário gregoriano, também chamado calendário cristão, é basea-

do no calendário solar. Ele foi elaborado no século VI e tornou-se oficial por decreto do papa Gregório XIII. Esse calendário é o oficial no Brasil e em grande parte do mundo e considera o ano 1 como o de nascimento de Jesus Cristo.

Nesse calendário, o ano consta de 365 dias, mais um dia adicionado no mês de fevereiro a cada quatro anos (estudado no capítulo 13 do 8º ano). Os anos serão bissextos quando forem divisíveis por quatro e os anos que terminam com dois zeros devem ser divisíveis por 400.

No Brasil, os indígenas Tupi-Guarani elaboraram um calendário solar bastante preciso, feito também com base na observação do céu. Eles marcavam o início do ano solar no surgimento no horizonte das Plêiades (estrelas da constelação de Touro), que ocorria anualmente no começo do mês de junho, por volta do dia 11. O início de cada mês se dava com o surgimento do primeiro filete da lua nova. Assim, o calendário instituído pelos Tupi-Guarani era praticamente exato, não sendo necessário fazer as correções com o ano bissexto, como ocorre no calendário gregoriano.

As plêiades formam um conjunto de estrelas da constelação de Touro. Denominado pelos Tupinambá de *Seichu*, o aglomerado estelar das Plêiades representava a chegada da época das chuvas. Quando desapareciam do céu, era sinal de que a chuva cessaria. A mesma interpretação era feita pelos indígenas Tembê, do Norte do Brasil. Já para os Guarani, do Sul do Brasil, o surgimento das Plêiades no céu representava o início do inverno, e seu desaparecimento no céu indicava a proximidade do verão.



232

Muito mais que desenhos legais, as constelações servem de aviso para os indígenas sobre as estações do ano e, por consequência, sobre a época certa de plantar e colher e de celebrar algumas festas religiosas. “O aparecimento da constelação do Homem Velho (que os Guarani chamam de *Tuya*) no céu, em meados de dezembro, marca o início do verão para os índios do sul do país e o início das chuvas para os índios do norte”, conta o astrônomo. “Quando ela começa a desaparecer, em abril, isso indica o fim das chuvas”.

Já os índios Ticuna, que vivem no Amazonas e no Acre, enxergam uma briga entre um tamanduá e uma onça na região do céu que engloba as constelações do Cruzeiro do Sul e do Escorpião. “Em certas épocas do ano, eles enxergam uma onça por cima do tamanduá, já em outras é o tamanduá que está por cima”, disse o pesquisador [...].

DORNELLES, Camille. *Astronomia na oca. Ciência Hoje das Crianças*. Disponível em: <<http://chc.org.br/astronomia-na-oca/>> (acesso em: 29 out. 2018).



O céu e as estrelas

Nos capítulos anteriores você estudou como “nascem” e “morrem” as estrelas, sob a ótica dos conhecimentos científicos atuais. Mas como seriam as possíveis interpretações dos autóctones para esse mesmo tipo de evento?

A origem das estrelas segundo os Karajá

Um dos mitos dos indígenas Karajá (também chamados Carajá e Iny Mahãdu) conta que no início do mundo os indígenas eram imortais e viviam no interior de grandes pedras. Estas apresentavam uma abertura que dava para o planeta Terra, que era imerso em total escuridão. Certo dia, decidiram explorar a Terra, seus mistérios, seus frutos e outros alimentos. Perceberam, pela observação de galhos secos, que a natureza terrestre envelhecia e morria, e que essa aventura também os tornaria mortais.

Um dos indígenas, após comer uma mandioca-brava, começou a passar mal. Urubus passaram a rodeá-lo até que um urubu-rei decidiu atacá-lo. Nesse momento, o indígena agarrou o urubu-rei e o prendeu, dizendo que só o soltaria se este lhe trouxesse os enfeites mais belos da Terra. Concordando com a proposta, o urubu-rei lhe trouxe as estrelas do céu. O indígena não ficou satisfeito, pois as estrelas não eram suficientes para iluminar a Terra. Pediu, então, ao urubu-rei que trouxesse outro enfeite que brilhasse mais. Assim, o urubu-rei lhe trouxe a Lua, mas, assim como as estrelas, a Lua não era suficiente para iluminar a Terra. Mais uma vez, foi pedido ao urubu-rei que lhe trouxesse o enfeite mais brilhante de todos. Foi quando o urubu-rei lhe trouxe o Sol e a Terra ficou completamente iluminada. O urubu-rei também ensinou ao indígena todos os mistérios da Terra.

Assim teriam surgido as estrelas, a Lua e o Sol que ilumina o planeta Terra, segundo um dos mitos do povo Karajá.

A origem das estrelas segundo os Bororo

Há um mito bororo, outro povo indígena brasileiro, que conta que, nos tempos em que as noites eram totalmente escuras e que só se via luz à noite quando a Lua estava brilhando no céu, os meninos da aldeia exageraram em suas travessuras. A última delas teria sido a de capturar um beija-flor e forçá-lo a amarrar a ponta de uma corda extensa, feita com muitos cipós, no ponto mais alto do céu, para que os meninos pudessem subir por ela até o Universo.

Ao final da tarde e início da noite, suas mães desesperadas procuraram por eles em todos os lugares até encontrarem o cipó pelo qual subiram ao céu. Devido às travessuras que haviam feito, os meninos foram castigados e impossibilitados de descer, sendo condenados a permanecer no céu pelo resto de suas vidas, causando tristeza e choro em suas mães. Os meninos ficaram arrependidos e, para que pudessem ver suas mães novamente, seus olhos transformaram-se em estrelas e passaram a iluminar as noites, mesmo quando a Lua não se fazia presente.

Visite também!

Museu do Índio.

Rio de Janeiro (RJ). Informações disponíveis em: <www.museudoindio.gov.br> [acesso em: 9 jun. 2018].

O museu da Fundação Nacional do Índio (Funai) contém um diversificado acervo relacionado à maioria das sociedades indígenas brasileiras, com fotos, filmes, vídeos, audiovisuais, além de material produzido pelos próprios indígenas.

Leia também!

Povos indígenas no Brasil-Mirim.

Fany Ricardo (Coord.). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015.

O livro traz informações sobre alguns dos 246 povos indígenas que existem atualmente no Brasil.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do boxe *Um pouco mais*, chamando a atenção dos estudantes para o surgimento das estrelas segundo os povos indígenas Karajá e Bororo. Na sequência, solicite aos estudantes que escolham uma das lendas para representar por meio de um desenho ou uma história em quadrinhos. Se possível, realize essa atividade com o auxílio do professor de Língua Portuguesa.

Aproveite esse tema para valorizar a diversidade cultural dos povos indígenas brasileiros, destacando seus saberes, identidades e culturas, promovendo o respeito e combatendo preconceitos de qualquer natureza. Conforme sugerimos no livro do estudante, verifique a possibilidade de acessar o site do Museu do Índio, indicado nesta página.



Orientações didáticas

Dê continuidade à apresentação da visão do céu por diferentes povos comentando a visão do céu do povo aborígene da Austrália, os Boorong.

Se possível, oriente os estudantes a consultar, em casa, o site Observatórios primitivos, indicado nesta página.

Como atividade complementar, você pode solicitar aos estudantes que, utilizando mapas de constelações, elaborem, no caderno, uma representação da constelação da Ema.

Indicação de leitura

Caso deseje aprofundar seus conhecimentos em Etnoastronomia e avaliar propostas de atividades, consulte:

GARCIA, Caroline da Silva et al. "As coisas do céu": etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 21, p. 7-30, 2016. Disponível em: <www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/231/321> [acesso em: 12 nov. 2018].

Constelação de Emu, segundo os Boorongs, povo aborígene australiano extinto.

Na Austrália, para os Boorong, povo aborígene extinto com a chegada dos europeus, o céu abrigava animais, paisagens e pessoas que se faziam presentes em suas histórias e crenças. Para eles, tudo o que existe está presente tanto na Terra como no céu. Assim, era comum que usassem as figuras de animais para a representação de constelações.



BABAK TAFRESHI/SP/Photorena

O emu, uma ave australiana de grande porte que não voa, era um animal importante, pois seus ovos e sua carne faziam parte da alimentação dos aborígenes. Portanto, sua importância era tanta que era representado por uma constelação, chamada de Tchingal, que começava a surgir no céu a leste no início da noite, no mês de março, no mesmo momento em que as fêmeas dos emus começavam a botar e chocar seus ovos. A figura do emu no céu era constituída por estrelas das constelações de Centauro, Lobo e Escorpião.

O ser criador para os boorongs era representado por uma constelação chamada Neilloan, que começava a aparecer no céu na mesma época que Tchingal e Bunya. Diferentemente destas últimas, Neilloan surgia no céu pouco antes do amanhecer. Na Terra, Neilloan era representado por uma galinha típica da Austrália (mallee). A correlação entre o ser criador e a galinha vinha do trabalho longo e árduo que ela fazia na construção do seu ninho de ovo, juntando terra, areia e gravetos.

A ideia de reconhecer no céu tudo o que há na Terra não é só característica dos Boorong. Os indígenas brasileiros também pensavam dessa maneira.

O céu imaginado pelos indígenas brasileiros era também repleto de figuras de animais que traziam consigo histórias, ensinamentos e valores presentes nas suas comunidades e que revelavam a importância de cada astro.

A constelação da Ema é um exemplo disso. Surgia em meados de junho, na época considerada ruim para ter filhos. Segundo a lenda, a Ema já devorou dois ovos, representados pelas estrelas alfa e beta Centauro, e ainda tenta devorar mais dois, representados pelas estrelas alfa e beta Muscae. Sua plumagem é representada pelas manchas brancas da Via Láctea e sua cauda é presa pelo Cruzeiro do Sul, impedindo que ela beba toda a água da Terra.

Leia também!

Observatórios primitivos.

Disponível em: <www.sulear.com.br/entrevista3.pdf> [acesso em: 10 ago. 2018].

Artigo que traz um pouco da história dos observatórios dos povos antigos.



Germano Buno Alonso/Planetário Indígena

Constelação da Ema, segundo os Tupinambá, indígenas brasileiros também extintos.

► Sol, Terra, Lua e planetas do Sistema Solar

Os egípcios, uma civilização profundamente preocupada com os aspectos espirituais e religiosos, tratavam o Sol como um deus, Aton (Rá), que deu origem ao Universo. Os planetas eram as representações de características de Hórus. Júpiter significava “Hórus iluminando as duas Terras”, Saturno significava “Hórus, o touro do céu”, e Marte significava “Hórus do horizonte”.

Para os bosquímanos, um dos povos mais antigos da Terra, com representantes ainda vivos e que habitam a África ocidental, o Sol é uma figura humana, um homem. Segundo a lenda local, para surgir o dia, esse homem levantava os braços e o céu se iluminava com o brilho de suas axilas. Ao envelhecer, o homem passava a dormir mais e já não erguia os braços da mesma maneira nem permanecia nessa posição por muito tempo; por isso, todos passaram a ter muito frio. Diante disso, as crianças se juntaram, seguraram o homem e o jogaram ao céu. Assim, o homem se tornou o Sol, redondo e brilhante para sempre.

Os indígenas brasileiros têm muitas histórias e mitos a respeito do Sol, da Lua e dos fenômenos relacionados a esses astros.

Para nossos indígenas Tupi-Guarani, a Lua era Jaci, o grande guerreiro. Conta-se que, de tempos em tempos, Jaci descia à Terra para buscar uma indígena para brilhar com ele no céu. Naiá, uma indígena fascinada por Jaci, vivia em busca de ser a escolhida por ele, mas acabou adoecendo por ser sempre ignorada e impossibilitada de alcançar seu sonho. Ainda assim, Naiá não desistiu de seu objetivo e, em uma noite, já muito cansada, caiu à beira de um **igarapé**, onde viu o reflexo da Lua na água, achando que Jaci havia descido à Terra para buscá-la. Impetuosamente, Naiá tentou abraçar o reflexo da Lua mergulhando na água e acabou por se afogar.

Jaci, então, ficou condoído com tanta dedicação e sacrifício da indígena e a transformou em uma “estrela” diferente, a vitória-régia, planta amazônica cuja flor somente abre suas pétalas sob a luz do luar. O planeta Vênus, para os Tupi-Guarani, é tido como a esposa de Jaci, em razão de sua proximidade da Lua durante o ciclo lunar. O ciclo lunar era um evento bem observado pelos indígenas. Eles acreditavam que era o ciclo de vida de Jaci: quando jovem, apresentava-se como o início da lua crescente, com Vênus mais próximo de si, e, quando envelhecido, entrava no início da lua cheia, com Vênus afastando-se de si.

Eles observavam que esse ciclo coincidia com o movimento das marés. Dessa forma, podiam selecionar a sua pesca. Durante a lua nova, eles pescavam o linguado e, durante a lua cheia, pescavam o camarão.

Igarapé:
curso de água
amazônico,
formado por um
pedaço longo de
rio ou canal.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Vitória-régia.
O diâmetro da folha
pode chegar a 2,5 m.

Orientações didáticas

Solicite aos estudantes que se reúnam em duplas para elaborar um cartaz sobre a representação do Sol, da Terra, da Lua e dos planetas do Sistema Solar por povos indígenas ou por civilizações antigas. Agende uma data para entrega e apresentação dos cartazes e solicite aos estudantes que compartilhem suas descobertas com os colegas. Oriente-os para que direcionem os trabalhos para os mitos e lendas desses povos e, se possível, indiquem como os povos indígenas interpretam fenômenos celestes, como os eclipses e os movimentos do Sol, dos planetas e da Lua.

Indicação de site

(acesso em: 30 out. 2018)

Neste site há um vídeo de aproximadamente 1 minuto e um pequeno texto sobre os indígenas e os pontos cardeais.

Os indígenas e os pontos cardeais. Disponível em: <<http://chc.org.br/os-indios-e-os-pontos-cardeais/>>.



UM POUCO MAIS

Os pontos cardeais dos Guarani

Os indígenas Guarani compreendiam muito bem os pontos cardeais, relacionando-os com o movimento relativo do Sol. Aos pontos cardeais, eles associavam quatro deuses ajudantes de Nhanderu, deus supremo da mitologia Guarani: Jakaira, deus dos bons ventos, para o norte; Nhamandu, deus das palavras, para o sul; Karai, deus do fogo, para o leste; e Tupã, deus das águas, para o oeste.

Orientações didáticas

Relembre os estudantes das condições para que ocorram os eclipses solares e lunares, abordadas em anos anteriores. Caso considere pertinente, apresente vídeos ou imagens de eclipses recentes e solicite aos estudantes que esquematizem esses fenômenos no caderno. Em seguida, promova a leitura coletiva do tópico “Os eclipses”, chamando a atenção da turma para as diferenças entre as explicações culturais e científicas. Mais uma vez, chamamos a atenção para a necessidade de reforçar que os conhecimentos culturais e científicos são distintos e igualmente importantes.

Indicação de vídeo

[acesso em: 30 out. 2018]

- O céu dos nossos avós. Disponível em: <<https://www.mat.uc.pt/mpt2013/o-ceu-dos-nossos-avos.html>>.

Respostas e comentários das questões da p. 237

Pense e resolva

1. A observação do céu possibilitou a sobrevivência de cada povo. Técnicas e práticas do dia a dia se desenvolveram por meio dessa observação, como a procura e coleta de alimentos, a caça e a pesca, o início e o controle da prática agrícola, a orientação nos deslocamentos, a marcação do tempo para prever fenômenos periódicos, a elaboração de calendários, a criação de mitos e lendas, e até mesmo aspectos místicos e religiosos surgiram da observação atenta e repetitiva das relações entre o céu e a Terra.
2. Sugestão de resposta: A Arqueoastronomia surgiu

Os eclipses

Os eclipses, em quase todas as culturas, eram tidos como fenômenos aterroizantes e que, muitas vezes, traziam consigo algum perigo ou alguma tragédia, por não ser possível controlá-los.

Os mesopotâmios, por exemplo, acreditavam que, com o aparecimento dos eclipses, haveria a morte do rei ou de algum sacerdote importante. Já para os maias, os eclipses eram causados por uma grande serpente que tentava comer o Sol ou a Lua.

Existe também a crença de que um eclipse seria uma manifestação sagrada da morte de um deus. Acredita-se que faziam sacrifícios de animais e de seres humanos para que o Sol voltasse a brilhar.

Muitos outros povos antigos acreditavam também que um ser mítico engolia temporariamente o Sol. Na China era um dragão; no Vietnã era um grande sapo; para os vikings era Sköll, um enorme lobo celeste.

Os Tupi-Guarani não pensavam muito diferente. Para eles, uma grande onça, representada pelas estrelas Aldebaran e Antares, perseguia constantemente os irmãos Sol e Lua. Os eclipses lunares ou solares significavam que a onça finalmente poderia alcançar a Lua ou o Sol, e devorá-los. Por isso, por ocasião desses fenômenos, os indígenas faziam muito barulho, com o objetivo de espantar a Onça Celeste.

Se analisarmos o deslocamento que o Sol e a Lua executam entre as constelações no zodíaco, por meio do atual conhecimento científico, constatamos que a Lua, pelo menos uma noite por mês, e o Sol, um dia por ano, aproximam-se de Antares (Escorpião) e de Aldebaran (Touro), que formam a cabeça da Onça Celeste. Esse dado evidencia o grande conhecimento **empírico** de Astro nomia dos Tupi-Guarani.

Cada uma das culturas humanas concebeu suas próprias interpretações do céu. As pesquisas históricas, envolvendo cada uma das culturas já extintas ou ainda vivas nas mais diferentes regiões da Terra, mostram que cada uma delas fez uma “leitura” do céu à sua maneira. Mas todas, sem exceção, elevaram os olhos para observar as estrelas.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU

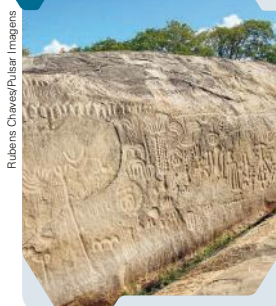
- Olhar étnico e cultural sobre o Universo.
- Arqueoastronomia e Etnoastronomia.
- Astronomia cultural.
- A importância da Etnoastronomia na preservação da diversidade cultural.
- Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural.
- Os calendários construídos por diferentes povos.
- Leitura e interpretação dos astros por diferentes povos, mitos e lendas.
- Observação e interpretação de fenômenos celestes por diferentes povos.



Nasa/Aubrey Gemignani/Science Photo Library/Fotorena

Fotografia de eclipse solar total.

Empírico: que tem como base a experiência vivida, sem teorização.



Rubens Chaves/Pixar Imagens

como uma área da Astronomia. As descobertas arqueológicas demonstraram a necessidade de pesquisas e estudos mais aprofundados que permitissem interpretações a respeito da vida, dos costumes e das crenças dos povos de diferentes etnias. Esse processo provocou o desenvolvimento de outra área que complementasse pesquisas na Arqueoastronomia: a Etnoastronomia, ciência que reúne as diferentes interpretações astronômicas associadas à cultura de cada povo.

3. Nas últimas décadas do século XIX, no trabalho pioneiro do arqueólogo Sir Flinders Petrie em 1880, complementado com as

investigações do astrofísico Sir Joseph Norman Lockyer. O foco do trabalho investigativo de ambos eram os alinhamentos astronômicos em sítios arqueológicos e seus estudos começaram no sítio arqueológico de Stonehenge.

4. Está associado ao calendário gregoriano, baseado no calendário solar, também chamado de calendário cristão. Nesse calendário, o ano consta de 365 dias, mais 1 dia adicionado no mês de fevereiro a cada 4 anos, caracterizando o ano bissexto. Os anos serão bissextos quando forem divisíveis por 4 e aqueles que terminam com dois zeros devem ser divisíveis por 400.

Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

- 1 Por que diferentes povos criaram o hábito de observar o céu?
- 2 Os estudos e pesquisas trabalhados na Astronomia cultural são resultantes de várias áreas do conhecimento e, entre elas, a Etnoastronomia e a Arqueoastronomia. Monte um pequeno texto evidenciando o papel de cada uma dessas duas áreas do conhecimento e o papel atual da Astronomia cultural.
- 3 Quando os estudos da Astronomia cultural foram iniciados de fato? Quais foram os colaboradores iniciais? Em que basearam suas pesquisas e estudos?
- 4 O calendário utilizado no Brasil (e em muitos outros países) está associado a qual tipo de calendário discutido no capítulo? Quais são as principais referências desse calendário?
- 5 Que razões permitem concluir atualmente que o calendário dos Tupi-Guarani era bastante preciso?
- 6 As explicações sobre os eclipses dadas principalmente pelos Tupi-Guarani, se comparadas com o conhecimento científico atual, apresentam muita precisão e permitiriam a previsão de futuros eclipses tanto da Lua como do Sol. Explique qual seria essa relação entre o antigo conhecimento dos indígenas e os conhecimentos atuais da ciência astronômica.

SÍNTESE

- 1 A Unesco propôs uma linha de ação mundial ao elaborar a “Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural”, reafirmando seu compromisso com a plena realização dos direitos humanos e das liberdades fundamentais.
Monte um texto explicativo (com no mínimo 10 linhas) que evidencie os principais pontos destacados na declaração que devem estar associados aos temas desenvolvidos na Educação Cultural.

2 Leia o texto a seguir.

Com o atual conhecimento científico que compõe as Ciências da Natureza, é possível explicar praticamente todos os fenômenos astronômicos observados.

Também, quase todos os fenômenos naturais já possuem explicações definitivas dadas pela ciência. Portanto, as explicações dadas para um fenômeno natural por outra cultura não são válidas.

Somente as explicações dadas pela ciência e os conhecimentos científicos atuais é que devem ser aceitos.

Agora, reúna-se em grupo com seus colegas, debatam e, juntos, escrevam um pequeno texto para justificar a afirmação proposta, concordando ou não com ela.

DESAFIO

- Forme um trio com mais dois colegas. A “tarefa social” do grupo será elaborar uma carta que seria endereçada a uma autoridade política (deputado estadual ou federal), sugerindo uma lei que torne os conhecimentos astronômicos dos povos indígenas patrimônio imaterial da humanidade.

Ressalte-se que o patrimônio cultural imaterial de uma comunidade compreende as expressões de vida e tradições que comunidades, grupos e indivíduos recebem de seus ancestrais, que repassam seus conhecimentos a seus descendentes. Esse patrimônio é composto das práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas – junto com os instrumentos, objetos, artefatos e lugares culturais que as comunidades reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural. Ele é transmitido de geração em geração, sendo constantemente recriado pelas comunidades em função de seu ambiente, de sua interação com a natureza e de sua história, o que gera um sentimento de identidade e continuidade, contribuindo para promover o respeito à diversidade cultural e à criatividade humana.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Síntese

1. Respostas pessoais. No entanto, alguns pontos devem ser contemplados, como: a) difundir amplamente a Declaração Universal da Unesco sobre a Diversidade Cultural e incentivar sua aplicação efetiva; b) respeitar e proteger os sistemas de conhecimento tradicionais, especialmente dos habitantes nativos de uma região, das populações indígenas ou aborígenes; c) reconhecer a contribuição dos conhecimentos tradicionais para a proteção ambiental e a gestão dos recursos naturais; d) favorecer as ações e esforços de cooperação e coesão dos membros de um grupo ou coletividade em prol de um objetivo comum.
2. As respostas são pessoais, mas poderão conter algumas ideias como: Mesmo com o acúmulo de conhecimento astronômico, ainda há muito para ser explicado pela Ciência. Também fenômenos naturais aparentemente simples ainda apresentam questões, como o fenômeno da chuva ou os efeitos *El-Niño* e *La-Niña*, que acarretam em muitas regiões do planeta excesso ou falta de chuvas, respectivamente. As pesquisas históricas, envolvendo cada uma das culturas já extintas ou ainda vivas nas mais diferentes regiões da Terra, mostram que cada uma delas leu o céu à sua maneira. Mas todas, sem exceção, a partir das observações, estabeleceram referenciais para garantir a sua sobrevivência.

Desafio

Oriente os trios a justificar na carta a importância de preservar não só mitos, lendas, ritos, usos e costumes indígenas, mas também todos os acervos que compõem a diversidade cultural, bem como a posse e a conservação da região onde habitam os povos indígenas.

5. Os Tupi-Guarani marcavam o início do ano solar no surgimento no horizonte das Plêiades (estrelas da constelação de touro), que ocorria anualmente no início do mês de junho, por volta do dia 11. O início de cada mês era ajustado com o surgimento do primeiro filete da lua nova. Assim o calendário instituído pelos Tupi-Guarani era praticamente exato, não sendo necessário fazer as correções com o ano bissexto.
6. Para os indígenas, uma grande Onça Celeste, cuja cabeça era representada pelas estrelas Aldebaran e Antares,

perseguia constantemente os irmãos Sol e Lua. Se ela conseguisse alcançar a Lua ou o Sol, poderia devorá-los. Conhecimentos científicos astronômicos atuais mostram que de acordo com o deslocamento que o Sol e a Lua executam entre as constelações no zodíaco, a Lua, pelo menos uma noite por mês, e o Sol, pelo menos um dia por ano, aproximam-se de Antares (escorpião) e de Aldebaran (touro), que na mitologia Tupi-Guarani formam a cabeça da grande Onça Celeste. Esse mito evidencia o grande conhecimento empírico de astronomia dos Tupi-Guarani.

Orientações
didáticas

Orientar os estudantes na *Leitura complementar* e, ao final dela, discutir em assembleia as respostas das questões propostas. Finalize o capítulo fazendo uma breve revisão dos conteúdos estudados e aproveite para esclarecer eventuais dúvidas sobre os temas discutidos.

Indicações de sites

(acesso em: 30 out. 2018)

Veja, a seguir, alguns endereços eletrônicos que apresentam mais informações sobre os temas estudados neste capítulo.

- Relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares. Disponível em: <http://site.mast.br/pdf/volume_1/relacoes_ceu_terra_entre_os_indigenas_no_Brasil.pdf>.
- A Cosmologia dos Kaiapó. Disponível em: <www.sulear.com.br/texto11.pdf>.
- Astronomia Afro-Indígena. Disponível em: <http://staff.on.br/maia/app2_hp/Astronomia_afro-indigena.pdf>.
- Mitos e Estações no Céu Tupi-Guarani. Disponível em: <www.mat.uc.pt/mpt2013/files/tupi_guarani_GA.pdf>.

Arqueoastronomia: o céu dita as regras

Guiados pelos astros, os povos arcaicos de quase todo o planeta desenvolveram seus calendários, cultura e experiências religiosas. A observação do céu foi base de conhecimento para diversas sociedades pré-históricas, ou seja, sem escrita, e povos antigos. Babilônios, egípcios, maias, astecas e [...] indígenas brasileiros foram profundamente influenciados por fenômenos celestes. [...]

A Arqueoastronomia é uma ciência recente que procura entender como os fenômenos astronômicos influenciavam o cotidiano dessas sociedades, a partir da análise dos vestígios deixados por elas, como ruínas de edificações, calendários, pinturas e mitologia. [...]

Em meados da década de 1960, a Arqueoastronomia tornou-se mais popular devido às pesquisas do astrônomo Gerald Stanley Hawkins, que escreveu o livro **Stonehenge decodificado**, no qual demonstra que essa construção de pedra, chamada megalítica, era usada por antigos habitantes da região onde hoje fica o sul da Inglaterra como um observatório solar e lunar para a previsão de eclipses. Ele percebeu, por exemplo, que o eixo principal do monumento estava orientado na direção do nascer do Sol no solstício do verão, dia do ano em que esse astro fica no céu por mais tempo.

“Marcar o tempo foi o fator fundamental que levou o homem a observar o céu”, salientou Rundsthen. Segundo o pesquisador, os povos antigos teriam iniciado sua observação celeste em razão da necessidade de uma orientação temporal que, mais tarde, tornou-se espacial também. Esses povos se guiavam pelos fenômenos astronômicos para organizar suas atividades cotidianas e de sobrevivência, como a colheita e a cons-

trução de habitações, e desenvolver suas práticas religiosas. O homem pré-histórico percebeu que as atividades de pesca, caça, coleta e plantio obedecem a mudanças sazonais, como as estações do ano. Percebeu também que essas mudanças podiam ser previstas através de certos eventos observados no céu, como o ciclo da Lua e do Sol e a aparição de determinada estrela.

Rundsthen acredita que provavelmente o ciclo lunar foi o primeiro a ser percebido pelos povos antigos. Ainda hoje é possível ver a influência da Lua sobre esses povos através de seus calendários. Gregos, babilônios, sumérios, islâmicos e hebreus possuíam calendários lunares. O mês lunar possui 29,76 dias, se comparado ao nosso calendário atual, no qual o mês possui cerca de 30 dias. Assim, o calendário lunar teria cerca de 11 dias de defasagem ao final de um ano.

[...]

Rundsthen citou diversas evidências de orientação astronômica em culturas antigas. Os incas, por exemplo, colocavam seus mortos em cavernas a Oeste, pois é nessa direção que o Sol se põe, se esconde, morre. A cidade de Cuzco é outro exemplo de construção guiada pelos astros. Suas ruas estão alinhadas para receber de modo preciso a luz dos equinócios e solstícios. Em Machu Picchu, antiga cidade inca localizada no Peru, toda a arquitetura tem correspondência com o posicionamento de constelações, do Sol e da Lua. No Brasil, também existem evidências: na Toca do Cosmos, na Bahia, há pinturas rupestres seculares que representam eventos astronômicos, como cometas, e até mesmo fenômenos que foram assistidos e documentados por outros povos do mesmo período, como a supernova do ano de 1054, registrada em textos chineses.



Pintura rupestre encontrada na Toca do Cosmos (BA).

Essas indicações de orientação astronômicas pelos povos antigos inspiram pesquisas interdisciplinares em campos como a Matemática, História, Antropologia, Etnografia, Astronomia, Arqueologia e outros. Rundsthen salientou que as evidências em Arqueoastronomia estão sujeitas a diferentes interpretações, pois muitas vezes não há documentos escritos ou material suficiente

dos povos analisados. No entanto, isso não faz com que a ciência seja menos confiável. A Etnoastronomia é uma das alternativas mais usadas nesses casos. Sem muitas evidências, o pesquisador se baseia em relatos e observações de povos semelhantes. “O que a Arqueoastronomia faz é uma astronomia cultural: olhar para a astronomia das antigas culturas por um viés interdisciplinar.”

Fonte: MOUTINHO, Sofia. Arqueoastronomia: o céu dita as regras. Agência UFRJ de notícias, 1º jul. 2009. Disponível em: <<https://ufrj.br/noticia/2015/10/22/arqueoastronomia-o-c-u-dita-regras>> (acesso em: 29 ago. 2018).

Questões



1 Cite algumas construções que apresentam relação com fenômenos celestes.

Stonehenge, Cuzco, Machu Picchu, Toca do Cosmos e pirâmides do Egito.

2 Descreva como eram organizadas cronologicamente as atividades abaixo que os primeiros grupos humanos realizavam:

- caça;
- pesca;

- plantio;
- colheita.

Os primeiros grupos humanos perceberam que essas atividades obedeciam a mudanças sazonais, como as estações do ano. Perceberam também que essas mudanças podiam ser previstas através de certos eventos observados no céu, como o ciclo da Lua e do Sol e a aparição de determinada estrela.

Habilidade da BNCC

(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.

Habilidades complementares

Os itens a seguir foram elaborados para esta coleção:

- Compreender a história do desenvolvimento tecnológico que envolveu a corrida espacial.
- Identificar e compreender os efeitos no corpo humano quando no espaço, suas causas e consequências.
- Reconhecer como se pode minimizar os efeitos no corpo humano no espaço.
- Discutir as motivações para realização de viagens espaciais.
- Reconhecer quais as condições de habitabilidade em planetas para a sobrevivência humana e para a realização de viagens espaciais.
- Relacionar quais as condições tecnológicas necessárias para a realização de viagens espaciais.
- Discutir os custos, os gastos e as prioridades a respeito de programas espaciais.

Objetos de conhecimento

- Vida humana fora da Terra.
- Ordem de grandeza astronômica.

Capítulo 16



A vida fora da Terra



Tuca Vieira/Folhapress

Marcos Pontes em simulador da espaçonave russa Soyuz. Fotografia de 2006.

No dia 29 de março de 2006, o astronauta Marcos Pontes decolou da plataforma de Baikonur, no Cazaquistão, rumo à Estação Espacial Internacional (ISS, sigla em inglês), tornando-se o primeiro brasileiro a viajar além da atmosfera terrestre.

O que esse astronauta brasileiro realizou é o sonho de muitas pessoas: viajar ao espaço. No entanto, o que foi necessário para Pontes chegar até lá? Que tipo de treinamento ele precisou realizar? Que adaptações o corpo de um astronauta precisa ter para realizar uma viagem como essa? Será possível fazermos viagens interplanetárias (entre planetas) e interestelares (para outro Sistema Solar) no futuro? Por que faríamos tais viagens?

Neste capítulo estudaremos como o ser humano foi capaz de viajar ao espaço, por que fez (e faz) isso, quais os impactos para o dia a dia das pessoas e as perspectivas futuras dos programas espaciais.

240

Problematização/Conhecimentos prévios

O objetivo principal deste capítulo é promover a reflexão dos estudantes sobre a possibilidade de o ser humano viajar e viver em outros planetas. Para avaliar as percepções iniciais deles sobre o tema, analise coletivamente a imagem de abertura, em que o astronauta brasileiro Marcos Pontes aparece trabalhando na Estação Espacial Internacional, em 2006. Pergunte aos estudantes se eles conhecem esse astronauta ou se já ouviram falar na missão representada. Na sequência, proponha outros questionamentos, como: “Quais são as

condições necessárias para a sobrevivência do ser humano fora da Terra?”; “É possível a existência de planetas com tais condições?”; “Como o ser humano chegaria a esses planetas?”; “Existe tecnologia disponível para viagens interplanetárias e interestelares?”; “Conseguiremos superar as questões de tempo e distância gigantescas a serem percorridas?”; “Você acredita que valha a pena investir no estudo de viagens interplanetárias?”. Esclareça que esses questionamentos serão retomados ao longo deste capítulo.

► O ser humano no espaço

Há muito tempo o ser humano vem realizando viagens espaciais. A primeira delas, com tripulantes, aconteceu em abril de 1961, com o soviético Yuri Gagarin (1934-1968). Até março de 2018, 556 astronautas de diversos países já haviam ultrapassado os limites da atmosfera terrestre em diversos tipos de naves espaciais.

Na época da primeira viagem ao espaço acontecia uma espécie de “corrida espacial” entre os Estados Unidos da América (EUA) e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). O mundo vivia a chamada Guerra Fria, um período em que essas duas grandes potências mundiais da época disputavam o poder geopolítico, econômico e militar no mundo, sem entrar diretamente em conflito bélico. Ser o primeiro país a colocar o ser humano no espaço era uma demonstração de poder, de alto desenvolvimento tecnológico e de “controle” do espaço.

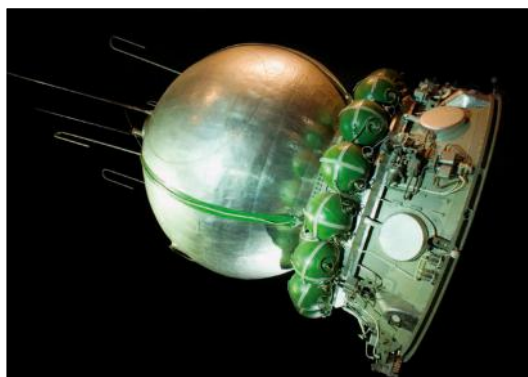
A União Soviética saiu na frente da disputa ao enviar o primeiro astronauta ao espaço. Depois disso, em 1963, enviou a astronauta soviética Valentina Tereshkova (1937-), a primeira mulher a viajar pelo espaço.

Os Estados Unidos, sentindo a pressão de dar um passo a mais na corrida espacial, lançaram a missão Apollo 11, que levou o ser humano à Lua. O astronauta estadunidense Neil Armstrong (1930-2012) foi o primeiro a caminhar no solo lunar, em 21 de julho de 1969, em um acontecimento acompanhado ao vivo pelas emissoras de televisão de todo o mundo, algo muito significativo na época.

Granger, NYC/Alamy/Fotorena



Lançamento da Apollo 11 em Cabo Canaveral, nos Estados Unidos, em 16 de julho de 1969.



Réplica da Vostok 1, a primeira nave tripulada a realizar uma viagem espacial, tendo a bordo o soviético Yuri Gagarin, em 1961.

Mark Williamson/SPL/Fotorena

■ Neste capítulo

Dando continuidade ao conteúdo do capítulo anterior, este capítulo retoma o interesse dos seres humanos na observação do céu. De modo geral, a contemplação dos astros costuma despertar questionamentos diversos sobre a natureza e a origem da vida, como: “De onde viemos?”, “Para onde vamos?” e “Estamos sozinhos?”.

Comente que, ao longo de sua existência, os seres humanos têm buscado respostas a essas perguntas e tentado conhecer melhor o que há além da atmosfera terrestre. Mencione que já foram realizadas expedições para a Lua e que há alguns anos se planeja a ida a outros planetas, como Marte.

Desse modo, as motivações, as possibilidades tecnológicas e as contribuições para tais viagens espaciais, tanto para o cotidiano quanto para a continuidade do ser humano no Universo, são os eixos que norteiam este capítulo. Portanto, inicialmente, apresentamos um histórico das viagens espaciais tripuladas, mencionando, inclusive, a participação brasileira nesses eventos. O mito de que o ser humano não esteve na Lua também será explorado. Esse tema costuma ser de grande interesse para a maior parte dos estudantes e pode possibilitar debates e estudos muito enriquecedores.

Indicações de filmes

Mercury 13. Documentário. Direção: David Sington e Heather Walsh. Estados Unidos, 2018. 78 min

Sinopse: Documentário que mostra 13 contos centrados em pilotos do sexo feminino que sonhavam em se tornar astronautas e tiveram essa oportunidade negada pela Nasa na década de 1960.

Gravidade. Drama/Ficção científica. Direção: Alfonso Cuarón. Coprodução de Estados Unidos, Reino Unido e Irlanda, 2013. 90 min.

Sinopse: Filme que mostra dois astronautas em missão de conserto do telescópio Hubble. Após uma chuva de destroços decorrente da destruição de um satélite eles precisam encontrar um meio de sobreviver em um ambiente completamente inóspito para a vida humana.

Orientações didáticas

Comente que a corrida espacial ocorrida durante a Guerra Fria resultou em uma grande produção tecnológica denominada Terceira Revolução Industrial. Chame a atenção dos estudantes para os inúmeros aparelhos modernos criados a partir das tecnologias desenvolvidas nos programas espaciais, como o GPS, o código de barras, o filtro de água com carvão ativado, etc.

Veja, a seguir, outros exemplos de produtos derivados do investimento em programas espaciais:

- aparelhos dentários transparentes;
- aspirador de pó portátil e sem fio;
- comida de bebê;
- espuma viscoelástica;
- estruturas com cobertura de tecido;
- ranhuras (*grooving*) em pistas de aeroporto;
- lentes de óculos resistentes a arranhões;
- termômetros auriculares.

Na sequência, promova a leitura do boxe *Um pouco mais*, sobre a expedição da cadela Laika. Aproveite essa oportunidade para discutir aspectos éticos relacionados às viagens espaciais, como os testes envolvendo animais, por exemplo.

Indicação de site

[acesso em: 22 out. 2018]

Esta é uma interessante indicação de leitura a respeito dos animais que já foram lançados no espaço, feita pelo prof. Renato Las Casas. Nela, pode-se conhecer algumas das histórias dos animais lançados pelos estadunidenses, principalmente primatas, e pelos soviéticos, que preferiam o uso de cachorros.

Animais no espaço. Disponível em: <www.observatorio.ufmg.br/Pas107.htm>.

Biotecnologia:

campo da ciência que utiliza seres vivos ou seus produtos na obtenção de substâncias usadas na solução de problemas relacionados às atividades humanas.

A corrida espacial impulsionou o desenvolvimento de tecnologias que atualmente fazem parte do nosso dia a dia e consistem na chamada Terceira Revolução Industrial, assunto estudado no 7º ano. A eletrônica, a informática, a robótica, a **biotecnologia**, entre outras ciências, foram impulsionadas nas indústrias e em outros setores da cadeia produtiva, como a prestação de serviços e a agropecuária. Veja alguns exemplos a seguir.



GPS (sistema de posicionamento global).



Leitor de código de barras.



Filtro de água com carvão ativado.

Aparelhos como o GPS, o leitor de código de barras, o filtro de água com carvão ativado, entre tantos outros, foram criados a partir das tecnologias desenvolvidas nos programas espaciais.



UM POUCO MAIS

O primeiro ser vivo enviado ao espaço

Em 1957, antes mesmo de qualquer ser humano ter sido enviado ao espaço, a URSS lançou o foguete Sputnik 2, tendo a bordo Laika.

Laika era uma cachorrinha que vivia nas ruas de Moscou e fora resgatada pelos cientistas do programa espacial soviético. Como ainda não havia tecnologia para trazer de volta os satélites e foguetes enviados, já era sabido desde o começo que Laika não retornaria à Terra após a missão. No entanto, defeitos no módulo espacial fizeram com que ele superaquecesse e matasse a cachorrinha apenas algumas horas depois do lançamento.

Até hoje há muita discussão acerca da participação de animais em experimentos científicos. Sabe-se que, depois de Laika, muitos outros animais, como macacos, coelhos, além de outros cães, foram enviados em missões espaciais. Após todos esses eventos, um questionamento permanece: será que os sacrifícios animais realmente são justificados em função de avanços tecnológicos?



A cadelinha Laika a bordo da cápsula do Sputnik 2.

Elaborado com base em KRECHETNIKOV, Artem. **BBC**. Publicado em: 3/11/2017.

Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/internacional-41860261> (acesso em: 7 set. 2018).

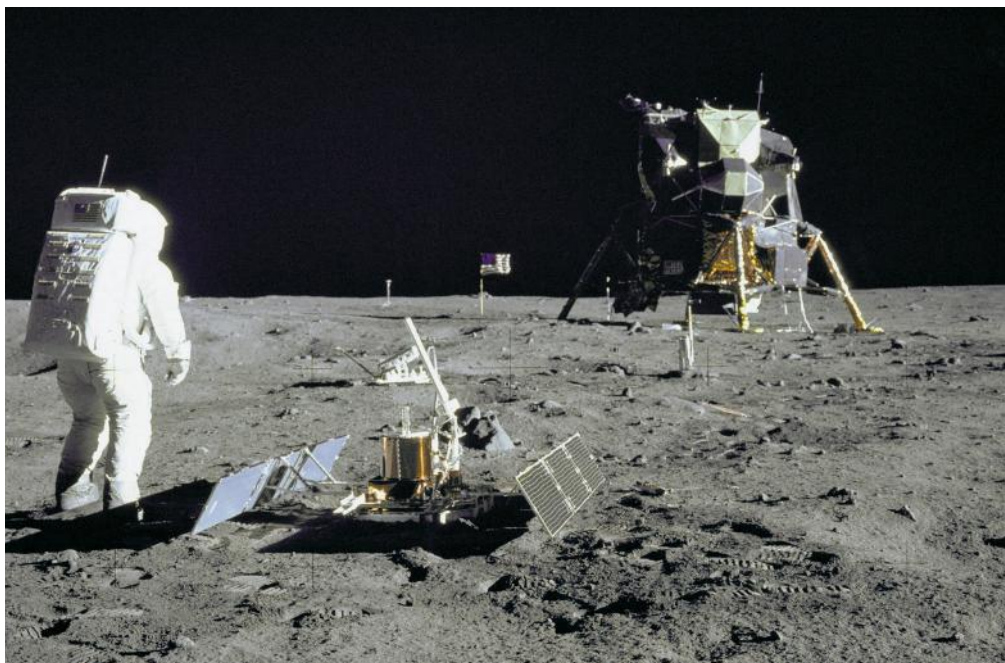
O ser humano pisou mesmo na Lua?

Sim, há várias evidências para essa afirmação.

“Este é um pequeno passo para o homem, mas um grande salto para a humanidade”. Com essa frase o astronauta Neil Armstrong pisou pela primeira vez na Lua, em 20 de julho de 1969, às 0 h 56 min (horário de Brasília). Desde então, mais outras cinco missões levaram astronautas à Lua, a última delas em 1972, a missão Apollo 17.

Há muitas “teorias da conspiração” criadas e divulgadas, principalmente na internet, de que o ser humano nunca esteve na Lua e que tudo não passou de uma encenação realizada em estúdio cinematográfico. No entanto, muitas evidências refutam essas ideias. Vejamos algumas.

1. Os críticos afirmam que em uma das fotos há “luzes de estúdio”, mas na realidade trata-se de efeitos da lente.
2. Sondas japonesas e chinesas enviadas à Lua já mostraram os mesmos lugares onde missões estadunidenses pousaram.
3. Em uma das fotografias a bandeira americana estaria “tremulando” na superfície da Lua e isso seria impossível pela ausência de ventos lá. Realmente não há ventos na Lua, mas o tecido da bandeira se moveu quando foi fincada (devido à inércia). Além disso, havia uma vareta na horizontal segurando o tecido na parte superior, caso contrário ele cairia.
4. A falta de estrelas no céu nas imagens seria um efeito de estúdio. No entanto, a Lua é muito clara e reflete muito a luz do Sol, o que impossibilita ver as estrelas (o mesmo que ocorre nas cidades muito iluminadas), entre outros efeitos atmosféricos.



Astronauta estadunidense Buzz Aldrin em solo lunar pela missão espacial Apollo 11. Fotografia de 20 de julho de 1969.

Orientações didáticas

Nesta página, no box *Em pratos limpos*, abordamos a viagem do ser humano à Lua. Comente que muitas pessoas acreditam que essa viagem seria uma farsa. Após a leitura do texto e com o auxílio dos estudantes, liste no quadro de giz as evidências que sustentam essa importante conquista da ciência, desfazendo o mito de que o ser humano jamais teria ido à Lua.

Indicação de site

(acesso em: 26 out. 2018)

No endereço eletrônico a seguir são levantados alguns questionamentos sobre a ida do ser humano à Lua.

Mitos e verdades sobre o dia em que o homem pisou na Lua. Disponível em: <<https://noticias.bol.uol.com.br/bol-listas/mitos-e-verdades-sobre-o-dia-em-que-o-homem-pisou-na-lua.htm>>.

Orientações didáticas

Concluimos o tópico “O ser humano no espaço” discorrendo sobre o astronauta brasileiro Marcos Pontes e sobre o astronauta russo Gennady Padalka, recordista em dias vividos no espaço.

Aproveite esse momento para comentar a história de Valentina Tereshkova, a primeira mulher a viajar para o espaço, em 16 de junho de 1963. Mencione que ela e mais quatro mulheres foram selecionadas e começaram a receber instruções de Yuri Gagarin, o primeiro homem a ir ao espaço, em 1962. Com apenas 26 anos de idade, Valentina Tereshkova, a bordo da nave Vostok 6, deu 48 voltas em torno da Terra durante as 71 horas em que permaneceu fora do planeta.

Na sequência, comente o conteúdo do boxe *Um pouco mais*. Diversos textos citam que as condições encontradas nas Estações Espaciais, como a ISS, que estão em órbita ao redor da Terra, são de microgravidade ou de “gravidade zero”. Esclareça que, na verdade, a gravidade na ISS é cerca de $8,4 \text{ m/s}^2$, ou seja, é apenas um pouco menos intensa do que em terra firme, que é de aproximadamente $9,78 \text{ m/s}^2$. Essa sensação de “gravidade zero” é causada pela força centrípeta, uma vez que a ISS está “caindo eternamente” a uma velocidade de órbita de $7,71 \text{ km/s}$.

A maioria das pessoas que já realizou voos espaciais é estadunidense, soviética e russa. Mas há também astronautas de outras nacionalidades, como o brasileiro Marcos Pontes, que, na Estação Espacial Internacional (ISS), fez uma série de experimentos. Além disso, Pontes divulgou o Programa Espacial Brasileiro, colocando o país no cenário internacional nesse setor de ciência e tecnologia espacial.

O recordista de permanência no espaço é o russo Gennady Padalka (1958-), com 878 dias no espaço completados durante cinco missões no período de 1998 a 2015. Esse recorde só foi possível graças ao estudo e ao entendimento dos efeitos de um ambiente quase sem gravidade no organismo, tanto durante uma viagem ao espaço como também depois dela.



UM POUCO MAIS

Estações espaciais

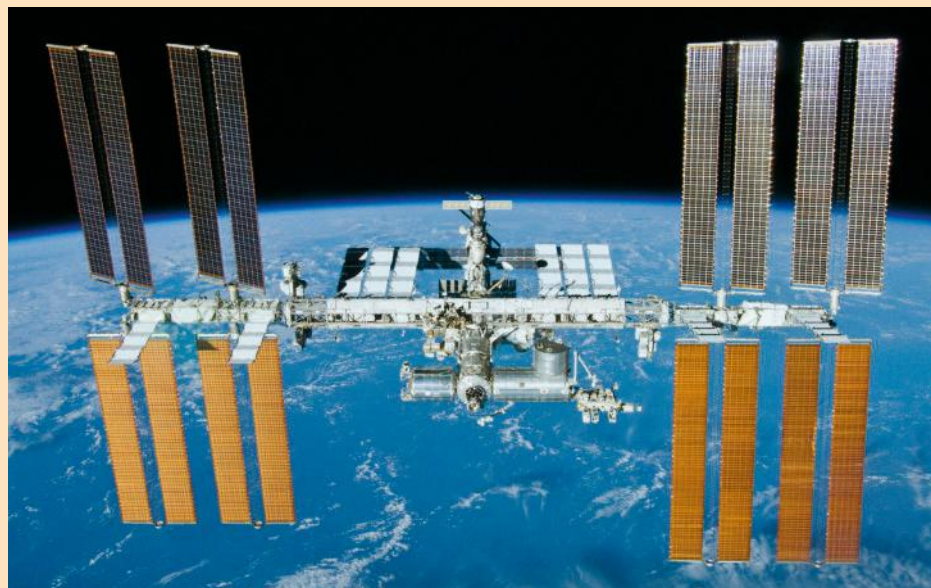
Inaugurada em 2000, a **Estação Espacial Internacional (ISS)** está sempre tripulada. Ela foi construída em estágios e até hoje ainda recebe mais estruturas provenientes de vários países.

Existiram outras estações espaciais antes da ISS, mas nenhuma com seu tamanho (equivalente a uma casa de cinco cômodos) e desenvolvimento tecnológico.

As tripulações se revezam a cada seis meses, em média, e realizam, nos diversos módulos de laboratório, experimentos sobre os efeitos da gravidade “zero” e a experiência de viver no espaço.

Além dos módulos, a estação espacial apresenta painéis solares para a geração de calor e energia elétrica e portos que permitem que espaçonaves atraiquem nela.

Em 2017, os Estados Unidos e a Rússia firmaram um acordo para a construção de uma nova estação espacial, a *Deep Space Gateway*, que ficará em órbita ao redor da Lua e se apresenta como parte do projeto de ponto de conexão para missões tripuladas para Marte.



NASA/http://spaceflight.nasa.gov

Estação Espacial Internacional (ISS). Os resultados das pesquisas da ISS poderão ajudar os seres humanos a viajar pelo espaço no futuro.

244

Indicações de sites [acesso em: 26 out. 2018]

Para saber mais sobre os assuntos abordados nesta página, sugerimos o acesso aos endereços eletrônicos a seguir.

- A história da primeira mulher a viajar pelo espaço. Disponível em: <<https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/a-historia-da-primeira-mulher-a-viajar-pelo-espaco/>>.
- Um breve papo sobre microgravidade pois ficar sem peso é interessante! Disponível em: <<https://medium.com/ciencia-des-complicada/um-breve-papo-sobre-microgravidade-f9e081ec5a29>>.
- O que é microgravidade. Disponível em: <www.las.inpe.br/~microg/oquee.htm>.
- Explicando a microgravidade. Disponível em: <<http://site.dfi.uem.br/wp-content/uploads/2016/12/Marcos-Baliscei-Licenciatura.pdf>>.

O que acontece com o corpo humano no espaço?

Quando um ser vivo não está sob o efeito da força da gravidade “puxando” o seu corpo para baixo, seu organismo precisa se adaptar à nova situação. No quadro a seguir estão listados alguns desses efeitos, suas causas e consequências.

Sistema, órgãos ou tecidos	Efeitos e causas	Consequências
Ossos (massa)	Perda na densidade mineral óssea pela falta de uso das pernas; exceção dos ossos dos braços, que, por serem muito utilizados, aumentam sua densidade mineral.	Pode ocorrer osteopenia e osteoporose .
Músculos (massa)	Perda de até 40% do volume em músculos, principalmente das costas e dos membros inferiores.	Perda de força muscular.
Sistema cardiovascular	Diminuição do volume de sangue circulante, pois o coração não precisa bombear tanto sangue ao cérebro.	O coração fica suscetível a arritmias (alteração do ritmo cardíaco).
Fluidos corporais	Migram para a região superior do corpo, por causa da ausência da gravidade, onde se acumulam.	A cabeça fica inchada, com um formato de “bolacha”.
Coluna vertebral	Alonga-se pelo aumento de fluidos nos discos entre as vértebras.	Aumento de até 5 cm na altura do astronauta.
Olhos	Os líquidos que rodeiam o cérebro, agora em volume maior, pressionam os nervos ópticos e deformam os bulbos dos olhos.	Miopia.
Unhas	Delaminação (escamação) de camadas das unhas pelo fato de as luvas pressionarem a circulação de sangue nos dedos.	Perda das unhas.
Órgãos em geral	Exposição à radiação cósmica que causa mutações (alterações) no DNA (material genético).	Cânceres.

O que pode acontecer com o corpo ao retornar à Terra?

Devido à diminuição do volume de sangue circulando pelo corpo, é comum que, logo após a aterrissagem na Terra, os astronautas sintam tontura e desmaiem; mas esse é um efeito momentâneo. O coração também pode sofrer com arritmias que, na maioria dos casos, são corrigidas com a normalização do fluxo sanguíneo.

Em geral, vários desses efeitos retrocedem, como é o caso da recuperação da massa muscular e da massa óssea perdidas. A massa óssea, no entanto, pode demorar cerca de nove meses para se recompor.

A coluna vertebral, que durante as viagens espaciais aumenta de tamanho devido ao acúmulo de líquidos entre as vértebras, volta ao seu estado normal quando os astronautas retornam das viagens. Entretanto, esse efeito pode causar fortes dores até que a coluna se adapte novamente às novas condições de gravidade.

Osteopenia: é a diminuição da massa óssea devido à perda de cálcio.

Osteoporose: os ossos já perderam boa quantidade de cálcio e se tornaram menos elásticos, porosos e enfraquecidos, sujeitos a fraturas.

Orientações didáticas

Os efeitos causados pelas condições do espaço sideral no corpo humano costumam despertar a curiosidade dos estudantes. Muitos deles têm ideias prévias sobre o assunto, obtidas por meio de filmes que nem sempre são coerentes com a realidade. Após leitura e comentários dos textos desta página, que tratam dos impactos sofridos pelo corpo humano no espaço, sugerimos propor aos estudantes a realização de experimentos sobre microgravidade. Podem ser feitas simulações de situações em microescala do que é realizado em “torres de queda livre” e nos voos parabólicos de aeronaves especialmente adaptadas para essa finalidade. Veja alguns exemplos de experimentos práticos e simples no endereço eletrônico: <www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/artigo5.pdf> [acesso em: 18 jun. 2018].

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do tópico “Como minimizar os efeitos da ausência de gravidade no corpo?”, registrando no quadro de giz as principais informações do texto.

Ao abordar a importância da prática de atividades físicas na preparação para uma viagem espacial, é interessante citar alguns exemplos. Mencione que os astronautas realizam corridas em esteiras, usam coletes adaptados e praticam atividades com pesos em um aparelho chamado A-RED (sigla em inglês que significa dispositivo de exercício resistido avançado). Se possível, apresente mais fotos ou vídeos de astronautas se exercitando, para facilitar a visualização dos estudantes.

Por fim, para aprofundar o tema tratado nesta página, sugerimos a leitura do texto complementar a seguir.

Texto complementar

Se estivermos no espaço sem um traje adequado explodiremos e/ou ficaremos instantaneamente congelados?

Não. Os trajes espaciais são fundamentais para o ser humano sobreviver fora de uma espaçonave ou estação espacial. Esses trajes estabilizam as condições de pressão, a temperatura e a disponibilidade de oxigênio em seu interior. No caso de um acidente em que o traje sofresse um dano e perdesse sua capacidade de proteção, as prováveis consequências seriam:

- Falta de ar completa e, em cerca de 15 segundos, perda da consciência. O corpo consumiria todas as reservas de gás oxigênio disponível nas células em cerca de dois minutos, quando então começam danos permanentes.
- Após 10 segundos a pele começa a inchar (epiderme e tecido conjuntivo), pois a água presente nela começa a evaporar devido à falta de pressão atmosférica. No entanto, a pessoa não iria ex-

Os cientistas também relatam que as viagens espaciais causam danos à visão dos astronautas, já que muitos deles adquirem um tipo de miopia irreversível.

No entanto, a consequência mais preocupante de se passar algum tempo no espaço é a exposição à radiação cósmica, que é muito mais intensa no espaço. Na Estação Espacial Internacional (ISS), os astronautas ficam expostos a dez vezes mais radiação do que estamos expostos na Terra.

Você viu no capítulo 12 a diferença entre radiações ionizantes e radiações não ionizantes. Considerando os limites de exposição, as radiações não ionizantes não causam efeitos danosos ao ser humano. Por outro lado, as radiações ionizantes são muito perigosas e, de acordo com o tempo de exposição e a energia da radiação, podem causar mutações genéticas, tumores malignos e até mesmo levar à morte.

A exposição à radiação cósmica pode causar desde náuseas, vômitos, fadiga e anorexia até danos ao nosso sistema nervoso, causando problemas como dificuldade de compreensão, impossibilidade de realizar certos movimentos e mudanças comportamentais. Além disso, grandes exposições à radiação aumentam a probabilidade de desenvolver câncer.

Como minimizar os efeitos da ausência de gravidade no corpo?



O astronauta da Agência Aeroespacial do Japão, Koichi Wakata, engenheiro de voo da Expedição 38, faz exercícios na Estação Espacial Internacional (ISS), 2018.

A maneira mais eficiente de minimizar e de se preparar para enfrentar os efeitos da gravidade é a prática de exercícios físicos específicos antes da viagem e durante o período em que se encontrar no espaço. A Agência Espacial Norte-Americana (Nasa) prepara os astronautas em simuladores das espaçonaves e estações espaciais, onde eles vivem por meses antes da viagem espacial.

Os astronautas também precisam estar aptos a realizar caminhadas fora das naves ou estações espaciais, uma das tarefas mais importantes e perigosas durante as missões espaciais. Para isso, treinam com os trajes espaciais, que na Terra pesam cerca de 140 kg, dentro de piscinas, para simular gravidade zero, em réplicas das estações espaciais.

O ser humano: um eterno explorador

Quais seriam as motivações para o ser humano viajar ao espaço?

Essa pergunta pode ter algumas respostas possíveis, mas talvez a mais “humana” delas seria a de que somos, por natureza, curiosos, habilidosos, exploradores, adaptáveis e desafiadores. Essas qualidades motivaram muitos dos antigos descobridores, que se aventuraram em navegações para além do horizonte, em busca de novas terras para explorar, de montanhas para escalar ou de geleiras para transpor.

plodir, pois a pele é elástica e forte o suficiente para evitar esse tipo de ruptura.

- A evaporação brusca da água também ocorre com a saliva: após um acidente quando seu traje espacial vazou em um teste de câmara de vácuo, Jim LeBlanc, um astronauta americano, relatou que a última sensação de que se recorda antes de desmaiar e ser socorrido foi a de sentir a língua “borbulhar”.
- A radiação cósmica, presente no espaço, pode causar queimaduras na pele.

- Apesar das baixíssimas temperaturas, não ocorre o congelamento instantâneo, pois o calor fica retido no corpo por um tempo superior ao tempo do sufocamento.
- O corpo de uma pessoa morta no espaço, sem proteção, não se decompõe devido à ausência de oxigênio. Se o corpo estiver próximo a uma fonte de calor, o corpo seria mumificado (por desidratação), caso contrário congelaria. Se o corpo estivesse em um traje espacial, decomporia enquanto houvesse oxigênio, antes de mumificar ou congelar por completo.

E se um dia tivermos de deixar a Terra?

Quanto a uma possível colonização fora de nosso planeta, o destino de uma viagem ao espaço deve ter um requisito essencial: que seja habitável pelo ser humano. Para isso, certas condições devem ser atendidas:

- Ter uma estrela que forneça luminosidade e calor, tal qual o Sol.
- Estar em um sistema planetário com no máximo 25 anos-luz de distância da Terra, devido às limitações tecnológicas atuais.
- Ser rochoso ou ser uma lua de um planeta gigante gasoso, com tamanhos próximos ao da Terra.
- Possuir água líquida e, para isso, deve estar na zona habitável de uma estrela.
- Possuir um campo magnético para proteger da radiação cósmica e uma lua para estabilizar sua órbita em torno da estrela (veja a seguir o box *Um pouco mais* – Por que a vida é possível na Terra?).
- Possuir gás oxigênio em sua atmosfera.

UM POUCO MAIS

Por que a vida é possível na Terra?

O nosso planeta apresenta condições específicas que permitiram o surgimento e a manutenção da vida como a conhecemos. Vejamos alguns exemplos:

1. Reciclagem de carbono, um elemento essencial para formação e manutenção da vida na Terra. Além disso, o gás carbônico atmosférico permite a ocorrência do efeito estufa, que possibilita temperaturas em uma faixa compatível com a vida.
2. Camada de ozônio, que protege o planeta dos raios ultravioleta, potencialmente nocivos aos seres vivos.
3. Lua, que estabiliza o eixo terrestre em relação à órbita em torno do Sol, o que não permite enormes variações do clima.
4. Movimento de placas tectônicas, que propiciam diferentes *habitat* na Terra.
5. Campo magnético – protege de boa parte das radiações danosas, incluindo as provenientes das explosões solares.
6. Distância do Sol, aspecto que permite a existência de água líquida.
7. Distância dos gigantes gasosos – se a Terra fosse mais próxima a esses planetas, a sua órbita, devido à interação entre as forças gravitacionais, sofreria modificações, oscilaria, causando mudanças drásticas na temperatura, entre outros problemas. Além disso, a Terra estaria mais suscetível a colisões com asteroides, que são atraídos por eles.

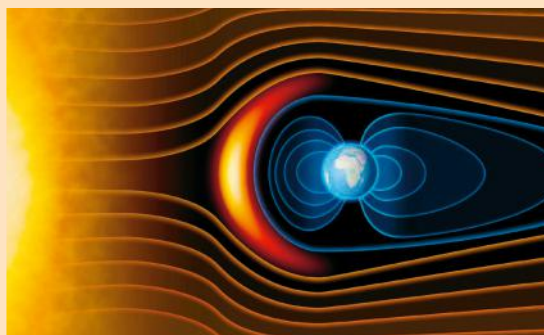


Imagem representativa do campo magnético, em azul, que protege a Terra dos efeitos dos “ventos solares”, em laranja.

(Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.)

- Os astronautas são treinados para, em situações de descompressão (perda de pressão) do traje, em vez de prender a respiração, como seria o mais óbvio numa situação de falta de ar, exalar o ar dos pulmões e tentar voltar para onde há oxigênio. Isso porque, com a perda da pressão externa (descompressão), os gases presentes no pulmão se expandiriam rapidamente, rompendo órgãos e liberando ar no sistema circulatório.



No Material Digital do Professor você encontra a **Sequência didática “O traje espacial”**, que poderá ser aplicada após o estudo deste tema.

Orientações didáticas

O conteúdo desta página chama a atenção dos estudantes para aspectos práticos relacionados à vida fora do planeta Terra. Promova a leitura coletiva da página, destacando como a ausência de qualquer uma das características mencionadas no texto impediria a vida no planeta.

Compartilhe com os estudantes parte de uma entrevista com o cientista em Astronomia Jaime Fernando Villas da Rocha da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Texto complementar

Hoje, o que os cientistas pensam sobre a presença de vida fora da Terra?

[Resposta:] Em primeiro lugar, que a busca por vida fora da Terra é uma investigação conjunta de diversos campos do saber. Ou seja, envolve áreas como a biologia, a astrofísica, a cosmologia e muitas mais. [...] Por outro lado, como a única ocorrência de vida que conhecemos é a que existe no nosso planeta, acreditamos estarmos limitados a estabelecer nossos critérios sobre o que é vida com base no que encontramos na Terra. Além disso, quando falamos em vida extraterrestre, precisamos ter em mente a diferença entre vida simples, vida complexa, vida consciente, vida inteligente e civilizações tecnológicas. Não sabemos o quanto a vida simples (organismos formados por uma única célula, como as bactérias) é abundante no universo. Mas, mesmo que seja muito abundante, há limitações que restringem a chance de haver vida complexa (organismos formados por várias células) no espaço e, consequentemente, civilizações tecnológicas como a nossa, capazes de interferir e transformar o mundo que as cercam. [...]

FIGUEIRA, Mara. Cinco perguntas para um cientista. *Ciência Hoje das Crianças*. Disponível em: <<http://chc.org.br/cinco-perguntas-para-um-cientista/>> (acesso em: 27 out. 2018).

Orientações didáticas

Além de discutir os problemas físicos que os astronautas precisam enfrentar e as características de possíveis “destinos” interplanetários, também existem outras questões importantes a serem abordadas sobre uma viagem espacial. Discuta com os estudantes quais são as possíveis motivações para se fazer essas viagens. O texto complementar abaixo aborda algumas ideias que podem auxiliar nessa conversa.

Compartilhe com a turma a seguinte pergunta: “Por que viajar?”. Além dos problemas físicos já relatados que os astronautas precisam enfrentar, também há outras questões bem importantes para se concretizar uma viagem espacial, como: “Quais são as motivações para se fazer essas viagens?”. Incentive os estudantes a expor suas ideias e, se considerar pertinente, compartilhe as informações do texto complementar a seguir com eles.

Texto complementar

Por que viajar?

Necessidade

Na história do ser humano na Terra, não é incomum que em certos momentos ocorra a falta de recursos e que as populações busquem tais recursos em outros locais, realizando migrações.

Hoje, a população mundial já ultrapassa os 7 bilhões de pessoas e pode chegar a 9 bilhões em 2050. Os recursos poderão faltar caso o desenvolvimento tecnológico, em especial na agricultura, não aumente a produtividade significativamente e, principalmente, que ocorra uma distribuição de renda entre os seres humanos mais igualitária, permitindo a todos o acesso a uma alimentação diária e de qualidade. Infelizmente ainda estamos longe desse quadro ideal.

Os desastres naturais e outros causados pelo próprio ser humano podem ser

Representação da proporção entre o Sistema Solar e o sistema planetário Gliese 581, com os planetas que o compõem e a zona habitável comparativamente entre os dois sistemas. É possível notar Gliese 581 g como planeta de maior habitabilidade junto com a Terra.

Elaborado com base em **Astrobiologia**: uma ciência emergente. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. Vários autores. São Paulo: IAG/USP, 2016. p. 350.

Babak Tafreshi/Science Photo Library/Fotoarena



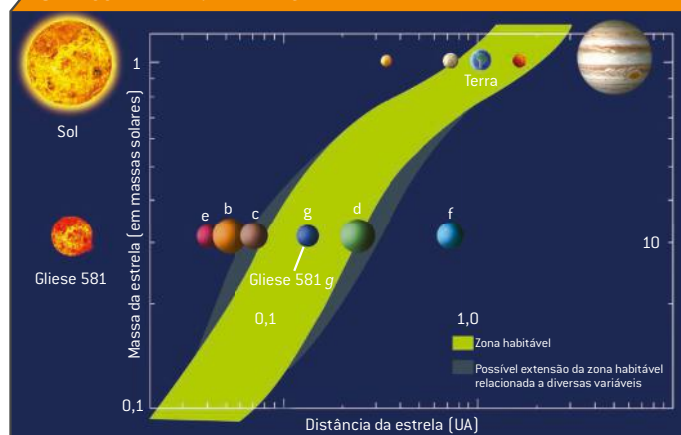
motivos para procurarmos outras paragens. As mudanças climáticas que o ser humano vem provocando nas últimas décadas a partir do aquecimento global é uma das principais preocupações para o futuro próximo na Terra. Ações mundiais estão sendo feitas, mas ainda de forma muito tímida e restrita. E não podemos esquecer que uma hecatombe nuclear, motivada por guerras ou mesmo acidentes nucleares não pode ser descartada.

No Sistema Solar, Marte reúne algumas dessas características, mas é preciso uma boa (e cara) adaptação. Há alguns programas sendo desenvolvidos nesse sentido pela Nasa, com previsão de uma viagem tripulada em 2030, e pela Administração Espacial Nacional da China, com previsão para descida no planeta vermelho entre 2040 e 2060.

Entre os sistemas solares que parecem possuir planetas que se encaixam nos parâmetros necessários para receber uma “visita” do ser humano, estão o Tau Ceti, o Gliese 581 e o Gliese 667C. Vejamos por quê:

- Tau Ceti está a 12 anos-luz da Terra, possui cinco planetas provavelmente rochosos e um deles, **Tau Ceti e**, está localizado na zona habitável da estrela, a 0,552 UA (zona habitável de 0,55 UA a 1,16 UA), tornando-se o melhor candidato para uma possível colonização humana.
- Gliese 581 está a 20 anos-luz da Terra e possui seis planetas. Entre os planetas que vêm sendo estudados, de todos os estudados até o momento, de todos os sistemas estelares, **Gliese 581 g** é um dos principais candidatos a ser habitável. No entanto, até este momento (2018), ainda há uma grande controvérsia na comunidade científica de que Gliese 581 g seja realmente um planeta; alguns astrônomos afirmam se tratar apenas de um efeito da atividade magnética da estrela do sistema.
- Gliese 667C está a 22 anos-luz da Terra e é um sistema de três estrelas (A, B e C). A estrela C de Gliese 667 possui pelo menos dois planetas, sendo que **Gliese 667C c** é considerado o segundo planeta mais semelhante à Terra descoberto até 2014, pois estimativas indicam que são alcançadas temperaturas próximas a confortáveis 4 °C, entre outras características.

Gráfico da habitabilidade



Certamente, com o avanço da tecnologia de novos telescópios, como o Next-Generation Transit Survey e o Very Large Telescope, ambos localizados no deserto do Atacama (Chile), a busca por novos exoplanetas habitáveis trará novas descobertas num futuro próximo.

O complexo de telescópios *Very Large Telescope*, localizado no deserto de Atacama, no Chile.

Interesse

A exploração de outros planetas do Sistema Solar e de outros sistemas estelares poderá ser impulsionada por interesses econômicos ligados à obtenção de recursos. Por trás de financiamentos de vários programas e projetos, espaciais ou de outra natureza, muitas vezes (se não em todas), há interesses econômicos envolvidos. O retorno financeiro de programas espaciais que tragam recursos naturais de valor de outros

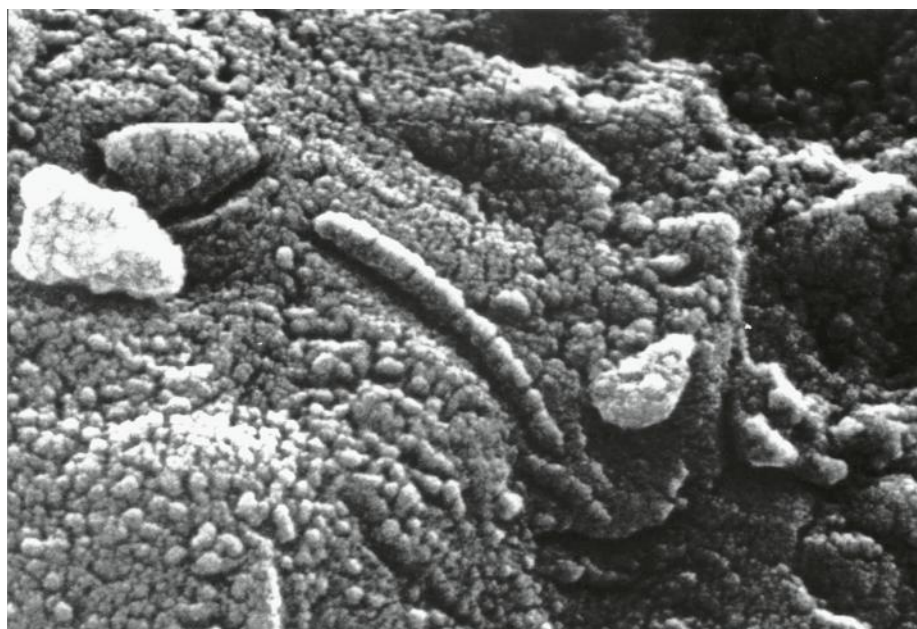
Há vida fora da Terra?

Ainda não sabemos.

Existe um ramo da ciência chamado Astrobiologia que busca estudar a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida na Terra ou fora dela. Uma das perguntas que os astrobiólogos procuram responder é justamente “Há vida em outros planetas ou astros?”.

Não temos ainda uma resposta definitiva para essa pergunta, mas no Sistema Solar ainda não está descartada a possibilidade de acharmos vida ou resquícios dela. Seria uma forma muito rudimentar, representada por microrganismos, semelhantes talvez às bactérias ou às cianobactérias.

Em 1996, o estudo de um meteorito rochoso (ALH84001), de origem marciana, mostrou microestruturas tubulares em sua superfície, semelhantes a colônias de cianobactérias encontradas na Terra. Seriam registros fósseis de formas de vida que poderiam viajar pelo espaço, teoria essa chamada de **panspermia**. Alguns cientistas sugeriram que poderia se tratar de forma de vida marciana passada. Outros supõem que essas estruturas são de origem puramente geológica, e não de um ser vivo. A controvérsia sobre essas interpretações ainda permanece.



Fotomicrografia eletrônica do meteorito Allan Hills (ALH84001) e a suposta estrutura que remeteria a fósseis de formas parecidas com cianobactérias. [Ampliação desconhecida.]

A descoberta mais recente de uma bactéria altamente resistente à radiação, a *Deinococcus radiodurans*, acendeu de novo a discussão sobre a panspermia, pois essa bactéria poderia suportar viagens cósmicas “a bordo” de asteroides. Novas descobertas no futuro poderão nos dar mais evidências para responder sobre a existência ou não de vida em outras regiões do Universo.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do boxe *Em pratos limpos* “Há vida fora da Terra?” e debata as principais informações com os estudantes. Caso deseje se aprofundar nesse tema, sugerimos a leitura do texto a seguir.

Indicação de leitura

BELISÁRIO, Roberto. **A busca por vida fora da Terra continua em planetas semelhantes ao nosso**. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-6725201500040007>. [acesso em: 20 nov. 2018]

planetas, certamente pode ser a motivação necessária para sua implementação.

Curiosidade

Não dá para esquecer que somos humanos e que, por natureza, somos curiosos, habilidosos, exploradores, adaptáveis e desafiadores. Essas qualidades motivaram muitos dos descobridores que já existiam em nosso planeta, como os seres humanos

que se aventuraram em navegações para além do horizonte, em busca de novas terras para explorar (a necessidade e o interesse também estavam presentes, não esqueçamos), ou montanhas para escalar, ou geleiras para transpor. No entanto, para uma exploração interestelar, não bastam essas qualidades, como é apresentado no capítulo.

Orientações didáticas

Analise com a turma os dados da tabela desta página, que mostram algumas formas de transporte, suas fontes de energia e o tempo hipotético aproximado que demorariam para chegar à Alfa Centauri em sua velocidade máxima. Desse modo, os estudantes poderão perceber a relação entre velocidade, tempo e distância. Por fim, considere realizar a atividade complementar sugerida a seguir.

Atividade complementar

Como recurso didático complementar, sugerimos a projeção do filme *Perdido em Marte* (2 h 24 min). Terminada a projeção, promova um debate com os estudantes e solicite a eles que elaborem uma resenha crítica sobre o filme.

Ficha técnica

Sinopse: “O astronauta Mark Watney (Matt Damon) é enviado a uma missão em Marte. Após uma severa tempestade, ele é dado como morto e, abandonado pelos colegas, acorda sozinho no misterioso planeta com escassos suprimentos, sem saber como reencontrar os companheiros ou retornar à Terra.”

Ano: 2015.

Diretor: Ridley Scott

Produção: 20th Century Fox

Distribuidor: Fox Film do Brasil

Roteiro para discussão e análise

- Como a percepção das mudanças temporais e espaciais são tratadas no filme?
Resposta: Por exemplo, a questão de que o contato Terra-Marte pode demorar anos.
- A Ciência pode resolver todos os problemas que se apresentam no filme? Como essa questão é tratada?

250

- Resposta: Há limitações claras, mas que, em alguns casos, podem ser contornadas.
- O ser humano consegue dominar todas as forças naturais que se apresentam? Temos essa onipotência?
Resposta: Em parte sim, mas essa ideia é bem trabalhada no filme, mostrando limitações claras.

Como viajar?

Um dos problemas de chegar aos exoplanetas habitáveis é a distância gigantesca que nos separa e a velocidade que uma espaçonave deve conseguir atingir para chegar em um tempo razoável.

O sistema estelar mais próximo da Terra é Alfa Centauri, a 4,28 anos-luz de nós. Isso significa que, se viajássemos à velocidade da luz, algo impossível com a tecnologia atual disponível, levaríamos pouco mais de 4 anos e 3 meses para chegar a esse sistema.

O principal problema a ser resolvido, tecnologicamente falando, é o combustível a ser utilizado. Ele precisa permitir que a sua utilização gere uma quantidade de energia suficientemente grande para promover um deslocamento extremamente rápido.

A tabela a seguir mostra algumas formas de transporte (reais e hipotéticas) e o tempo que levariam para chegar a Alfa Centauri.

Forma de transporte	Fonte de energia	Velocidade (km/s)	Tempo (anos)
A pé	Alimento (glicose)	0,0013	1 000 000 000
Carro	Gasolina	0,026	50 000 000
Boeing 747	Querosene	0,26	5 000 000
Voyager 1 (sonda espacial)	Várias (usadas no foguete Titan, que levou a sonda ao espaço)	17	76 000
Espaçonave movida a fusão nuclear	Hidrogênio, hélio	30 000	40
Veleiros solares	Radiação solar e lasers	150 000	9
Luz	-	300 000	4,28

Algumas formas de transporte, suas fontes de energia e o tempo aproximado que demorariam para chegar à Alfa Centauri em sua velocidade máxima.

Elaborada com base em **Astrobiologia**: uma ciência emergente. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. Vários autores. São Paulo: IAG/USP, 2016.

A sonda Voyager 1, que foi lançada no espaço em 5 de setembro de 1977 para estudar Júpiter e Saturno, levaria 76 mil anos para chegar a Alfa Centauri a uma velocidade 0,006% da velocidade da luz. Para conseguirmos chegar a cerca de 10% da velocidade da luz e levar cerca de 40 anos para chegar a Alfa Centauri, ainda é preciso desenvolver a tecnologia em que se usa a fusão nuclear como fonte de transporte na espaçonave a partir de elementos como hidrogênio e hélio. A grande massa de combustível necessária no reator de fusão é um dos obstáculos.

Da mesma forma, ainda precisa ser aprimorada a tecnologia para os chamados “veleiros solares”, espécies de naves que utilizam a energia solar como fonte de energia. Estima-se que poderiam chegar a cerca de 50% da velocidade da luz, o que viabilizaria as viagens interestelares. Para Alfa Centauri, por exemplo, levaria “apenas” nove anos.

- Como o astronauta soluciona a falta de recursos disponíveis para sobreviver em Marte?
Resposta: O uso criativo das sucatas deixadas por outras missões é muito explorado.
- Como o astronauta consegue seu alimento?
Resposta: A forma como o personagem cria uma “agricultura”

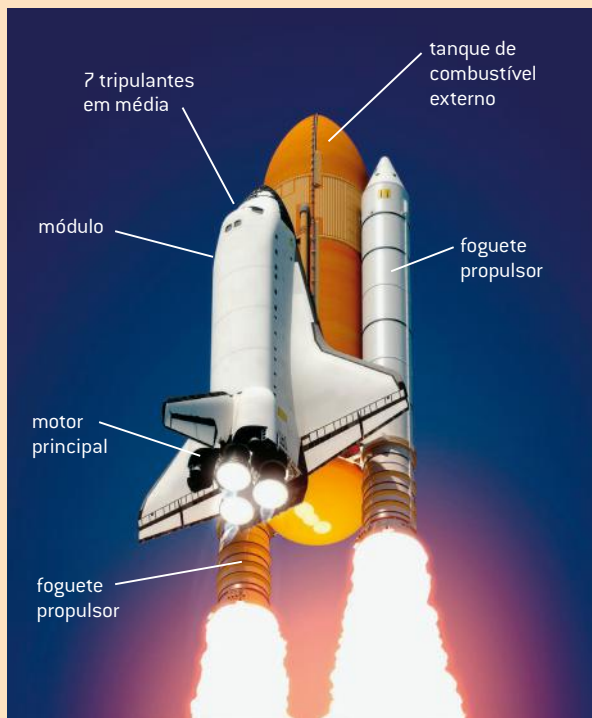
Naves espaciais

Desde 1961, quando a nave Vostok I levou Yuri Gagarin ao espaço, a tecnologia espacial se desenvolveu muito. As espaçonaves tripuladas ganharam mais destaque a partir do programa espacial estadunidense dos **ônibus espaciais**, em 1981, em substituição às espaçonaves usadas no projeto Apollo.

O ônibus espacial é constituído por três partes: o **módulo** (veículo reutilizável com aspecto de avião), o tanque de combustível externo (fixado temporariamente) e dois **foguetes propulsores de combustível sólido** (fixados temporariamente). A massa total do conjunto é de cerca de 2 000 toneladas e sua velocidade após o lançamento é de 1 600 km/h.

O módulo apresenta um aparato bem útil: um braço articulado que pode ser controlado remotamente para transferir cargas e acoplar satélites, permitindo que os astronautas possam trabalhar no interior da nave, sem a necessidade de trajes especiais.

Em 2017, a Nasa apresentou o Dream Chaser, a nova espaçonave reutilizável que entrará no lugar dos ônibus espaciais, mas com características bem semelhantes a eles.



Representação artística do ônibus espacial: uma espaçonave reutilizável e muito versátil, transportando carga e tripulação.

Quem paga essa conta?

Os programas espaciais, com o desenvolvimento de toda a tecnologia necessária para construir naves que possam atingir grandes velocidades e viabilizar a sobrevivência dos astronautas no espaço, têm um custo muito elevado. Os investimentos necessários, segundo estimativas da Agência Espacial Europeia (ESA) e da Nasa, seriam de 350 bilhões a 570 bilhões de dólares ao longo de trinta anos ou mais. Esse investimento seria necessário para o desenvolvimento de um programa estelar em três estágios:

1. desenvolvimento de tecnologia de propulsão para viagens tripuladas no Sistema Solar e de sondas interestelares;
2. construção de um porto espacial orbitando a Terra do qual pudessem sair as espaçonaves e sondas para as viagens espaciais;
3. execução das viagens propriamente ditas.

Orientações didáticas

Promova a leitura coletiva do texto do boxe *Um pouco mais*, sobre as naves espaciais, e considere solicitar aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre esse tema. Na sequência comente o tópico “Quem paga essa conta”, incentivando a reflexão dos estudantes sobre aspectos relacionados à ética e cidadania.

Indicações de sites

(acesso em: 22 out. 2018)

Para saber mais sobre os assuntos deste capítulo, sugerimos o acesso aos seguintes endereços eletrônicos:

- Site relata os requisitos necessários para as viagens interestelares e comenta ficção e realidade. Viagens interestelares. Disponível em: <www.observatorio.ufmg.br/pas09.htm>.
- Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente. Douglas Galante, Evandro P. Silva, Fabio Rodrigues Jorge E. Horvath & Marcio G. B. Avellar. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em: <www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>.

a partir dos próprios excrementos pode ser muito explorada, recuperando conceitos relativos à decomposição e à nutrição de plantas e animais, vistos em séries anteriores.

- Vale a pena gastar bilhões de dólares para salvar apenas um ser humano em Marte? O que essa missão de salvamento está simbolizando?

Resposta: Essa discussão será resgatada ao final do capítulo. A percepção dos estudantes de que o astronauta, no filme, está simbolizando a humanidade, e que é ela que está sendo salva, é fundamental nessa discussão.

Essas perguntas do roteiro podem ser respondidas pelos estudantes de forma individual, seguidas de uma correção coletiva, ou feitas de forma coletiva com toda a turma.

Orientações didáticas

Conclua o conteúdo deste capítulo com o término da leitura sobre questões envolvendo os investimentos em programas espaciais. Se possível, verifique com a coordenação da escola e com os responsáveis pelos estudantes a possibilidade de realizar uma visita ao planetário mais próximo. Veja algumas sugestões a seguir.

- AL: Observatório Genival Leite Lima
- AP: Planetário Móvel Maywaka
- BA: Observatório Antares
- CE: Planetário Rubens de Azevedo
- DF: Observatório da UnB
- GO: Planetário da UFG
- MA: Planetário Móvel da Secti
- MS: Clube de Astronomia Carl Sagan
- MG: Observatório do Pico dos Dias
- PA: Centro de Ciências e Planetário do Pará
- PB: Planetário da Funesc
- PR: Observatório Prof. Leonel Moro
- PE: Observatório do Alto da Sé
- RJ: Observatório do Valongo
- RJ: Planetário da Gávea
- RN: Planetário de Parnamirim
- RS: Observatório da UFRGS
- RR: Planetário Móvel da UFRR
- SC: Observatório da UFSC
- SE: Planetário da CCTECA
- SP: Observatório Municipal Jean Nicolini
- SP: Planetário Prof. Aristóteles Orsini

Respostas e comentários da p. 253

Pense e resolva

1. Veja reprodução do livro do estudante.
2. Resposta pessoal. Sugestões: O objetivo era comparar a germinação e o crescimento do feijão em condições de gravidade e no espaço. Procedimento: “[...] cinco envelopes foram usados no experimento. Cada um deles continha um material semelhante a algodão e cinco

Os valores para todo esse investimento no programa espacial são muito altos, mas, se forem comparados com o total do que se consumirá em 30 anos com gastos militares mundiais, esse valor corresponderia a apenas 1,5% desse total.

No entanto, há outros argumentos que em geral são utilizados para não se investir tanto em programas espaciais. Talvez o principal deles seja o de que os problemas terrestres, como a escassez de alimentos, a pobreza, o controle e a prevenção de epidemias, a falta de água potável e de saneamento básico, a falta de habitações, entre tantos outros, deveriam ser prioritários.

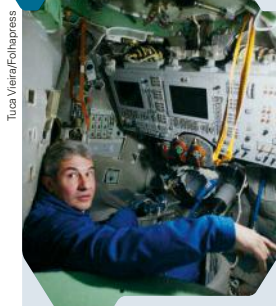
O contra-argumento que pode ser apresentado, e que está relacionado ao que já foi comentado anteriormente, é o de que, fundamentalmente, uma melhor distribuição de renda seria a base para resolver boa parte dos problemas terrestres mencionados.

Ainda, os altíssimos gastos na indústria militar mundial também poderiam diminuir sem grandes prejuízos para esse setor, já que parte dessa indústria serviria também ao programa espacial, argumentam alguns adeptos às viagens espaciais. Por outro lado, tais recursos poderiam ser investidos em outras tecnologias mais voltadas à melhoria da produtividade agrícola, por exemplo, para diminuir a eventual escassez de alimentos para uma população mundial que cresce muito rapidamente.

Talvez seja consenso que apenas uma cultura mundial de não violência e de cooperação entre os povos poderia efetivamente mudar esse quadro e, quem sabe, nos preparar para as viagens interestelares, mantendo uma qualidade de vida adequada e justa para todos.

E você, o que pensa sobre tudo isso? Quais são as suas prioridades? Como você enxerga o futuro?

NESTE CAPÍTULO VOCÊ ESTUDOU



Tuana Vieira/Folhapress

- As principais viagens tripuladas e os contextos em que elas ocorreram.
- As evidências de que o ser humano já esteve na Lua algumas vezes.
- As consequências da corrida espacial em relação à tecnologia.
- O que acontece com o corpo humano no espaço, em uma nave ou estação espacial, e na volta à Terra.
- As formas de minimizar os efeitos em condições de ausência de gravidade.
- Os motivos para se realizarem viagens espaciais.
- Os possíveis locais mais apropriados para o ser humano se aventurar no espaço.
- Os requisitos tecnológicos necessários para executar viagens espaciais.
- A reflexão a respeito da real necessidade de se realizarem viagens espaciais.

252

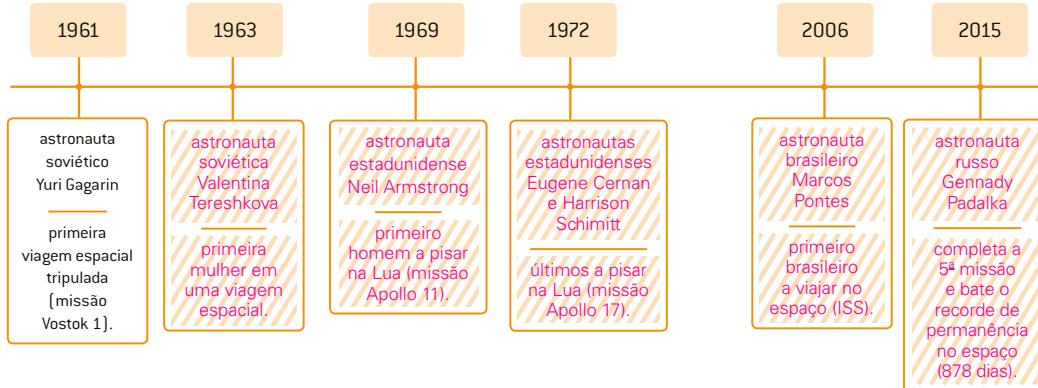
sementes de feijão. Cada envelope recebeu uma quantidade diferente de água e de intensidade luminosa. Dia a dia, o astronauta analisou o comportamento dos feijões, tirou fotos e as enviou on-line diretamente do espaço para que o pessoal daqui da Terra visse o que estava acontecendo lá. Ao mesmo tempo, em São José dos Campos, Brasil, América do Sul, planeta Terra, estudantes e professores fizeram o mesmo experimento. Dia a dia, eles observaram a germinação dos feijões em ambiente de gravidade e

tiraram fotos.” Feijões no espaço: <www.clickideia.com.br/portal/conteudos/c/24/21299> [acesso em: 11 jun. 2018]. Resultados: Os brotos de feijão em condições de ausência de gravidade no espaço cresceram de forma desordenada. Perspectivas futuras: Experimentos como esse permitem que se estude a produção de alimentos e outras substâncias em condições de ausência de gravidade no espaço, o que é fundamental para se pensar na sobrevivência do ser humano no espaço por um longo período.

Respostas nas Orientações Didáticas.

PENSE E RESOLVA

- 1 A partir das informações do tópico *O ser humano no espaço*, construa uma linha do tempo, como a do exemplo abaixo, em que as seis informações mais importantes do texto possam ser indicadas. Para cada informação, forneça a data, a pessoa que executou e o que foi feito. Por exemplo: em 1961 (data) ocorreu a primeira viagem espacial tripulada (missão Vostok 1) (fato) feita pelo astronauta soviético Yuri Gagarin (pessoa).



- 2 Faça uma pesquisa a respeito do experimento sobre a germinação de feijões no espaço feito por Marcos Pontes. Descreva qual o objetivo do experimento, como foi feito, quais as condições utilizadas para efeitos de comparação, quais os resultados obtidos e como estes podem impactar em pesquisas e aplicações futuras.
- 3 Qual o motivo das tonturas e desmaios dos astronautas na volta à Terra?
- 4 Observe a fotografia ao lado, em que uma astronauta se exercita no espaço. Em relação a essa atividade mostrada na foto, quais os problemas que a astronauta está tentando evitar praticando esses exercícios e por que eles podem realmente minimizar os efeitos da ausência de gravidade no espaço?
- 5 Utilizando o gráfico de habitabilidade da página 248 do tópico *O ser humano: um eterno explorador*, responda às questões a seguir:
- O que acontece com a zona habitável em relação à massa da estrela?
 - Se a massa do Sol fosse metade do que é atualmente, qual seria o planeta que estaria na zona habitável?
 - Se a massa do Sol fosse um décimo do que é atualmente, haveria algum planeta na zona habitável do Sistema Solar?
 - A massa da estrela Gliese 581 é maior, igual ou menor que o nosso Sol?
 - No sistema Gliese 581, em comparação com o Sistema Solar, a falta de habitabilidade de parte de seus planetas é mais relacionada à distância a que estão de sua estrela ou ao seu tamanho? Justifique.



Astronauta Samantha Cristoforetti, da ESA, se exercitando no espaço, usando o A-RED na Estação Espacial Internacional (ISS), 2018.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Pense e resolva

3. Devido à diminuição da quantidade de sangue no organismo, há menor oferta de gás oxigênio às células do corpo, o que causa as tonturas e o desmaio como uma forma de o corpo se proteger da situação, pois o corpo desmaiado, na horizontal, permite maior irrigação de sangue ao cérebro.
4. Ao praticar o levantamento de peso, essa astronauta estimula a musculatura, os ossos e a circulação sanguínea. Essa atividade a protege de consequências como a osteoporose e a osteopenia, a perda de força muscular e a diminuição do volume dos músculos dos membros inferiores e das costas e as arritmias no coração, que tem seu fluxo sanguíneo estimulado.
5. a) Quanto maior é a massa da estrela, maior será a distância do raio da órbita onde se situa a zona habitável, e vice-versa.
b) O planeta seria Vênus.
c) Não.
d) Menor.
e) A falta de habitabilidade está mais relacionada à distância da estrela, pois a maioria fica fora da zona habitável.

**Respostas e comentários
das questões**

Pense e resolva

6. As distâncias entre planetas e sistemas estelares são gigantescas. Para se percorrer tais distâncias leva-se muito tempo, dependendo da velocidade em que se viaja. Mesmo na velocidade da luz, para se chegar à estrela mais próxima da Terra, a Alfa Centauri, levaríamos cerca de 4,28 anos. Uma das dificuldades tecnológicas é a de construir espaçonaves que tenham combustível em quantidade suficiente e que libere a energia necessária para atingir apenas frações da velocidade da luz.

Síntese

1. a) Possuir água líquida e para isso deve estar na zona habitável de uma estrela; possuir oxigênio em sua atmosfera; apresentar uma camada de ozônio ou algo similar que possa proteger de raios ultravioleta, potencialmente nocivos aos seres vivos.
 - b) Estar num Sistema Solar com no máximo 25 anos-luz de distância, devido às limitações tecnológicas atuais. Sua estrela deverá ser semelhante ao Sol em termos de tamanho, massa e luminosidade. Ser rochoso ou ser uma lua de um planeta gigante gasoso, com tamanho próximo ao da Terra; possuir um campo magnético para proteger da radiação cósmica danosa e das explosões solares. No caso de ser um planeta, possuir uma lua para estabilizar sua órbita em torno da estrela.
 - c) Realização de exercícios físicos que estimulem os sistemas muscular, esquelético e cardiovascular, que minimizem os efeitos da perda de massa muscular, osteopenia, osteoporose e arritmias cardíacas.
2. a) As distâncias gigantescas entre planetas e entre sistemas estelares só podem ser ultrapassadas com espaçonaves que

Respostas nas Orientações Didáticas.

- 6 Por que se pode afirmar que as principais dificuldades tecnológicas para realizar viagens interplanetárias e interestelares estão na questão do tempo e do espaço? Utilize exemplos citados neste capítulo em sua resposta.

SÍNTESE

- 1 Selecione argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência do ser humano no espaço, em relação à(s):
 - a) Condições necessárias para a vida.
 - b) Características necessárias nos planetas.
 - c) Minimização de efeitos em condições de ausência de gravidade no espaço.
- 2 Selecione argumentos sobre a viabilidade, ou não, de viagens interplanetárias e interestelares, em relação a:
 - a) Distâncias e tempos gigantescos.
 - b) Motivações.
 - c) Investimentos.
- 3 Imagine que você faça parte de um projeto que tenha como objetivo investigar se há ou não vida inteligente no Universo e recebe a missão de escrever uma mensagem, que será enviada para o espaço. Nesta mensagem você precisará fazer uma descrição da Terra, explicar a sua localização, as condições para existência da vida, os problemas enfrentados e o nível tecnológico existente. Sua mensagem deverá ter de 20 a 30 linhas. O que você escreverá?

DESAFIO

- Observe as imagens a seguir, que representam algumas etapas de uma viagem de um ônibus espacial.



A sequência de imagens mostra o momento após o lançamento (I), o momento onde parte da estrutura é descartada (II) e o instante em que o ônibus espacial entra em órbita (III), com boa parte de sua estrutura descartada.

- a) Na imagem II, que estrutura está sendo descartada? Quais são as suas características e para que serve?
- b) Em algum instante entre a imagem II e a imagem III ocorre o descarte de outra estrutura. Que estrutura é essa? Quais são as suas características e para que serve?

254

possam viajar a velocidades o mais próximas da velocidade da luz. Mesmo nessas velocidades, as viagens poderiam durar décadas e isso precisa ser previsto e avaliado no estudo de viabilidade. É preciso ainda muito desenvolvimento tecnológico para se construir espaçonaves que possam atingir velocidades viáveis para qualquer viagem espacial no nível planetário e mais ainda interestelar.

- b) Necessidade de buscar um novo "lar" para a humanidade no caso de a Terra se tornar um planeta inviável para a vida

do ser humano. Exploração de recursos naturais de outros planetas – interesse econômico. Curiosidade em buscar conhecimento e novas descobertas em lugares cada vez mais distantes.

- c) Estima-se que sejam necessários até 570 bilhões de dólares para a execução de programas de viagens espaciais em um prazo de 30 anos. Esse valor é uma pequena porcentagem em relação aos gastos militares no mesmo período. Bastaria reorientar esses investimentos. No entanto, esse

Empresa recruta voluntários para viagem só de ida a Marte

Marte sem volta

Uma organização holandesa [...] informou que, em breve, abrirá inscrições para voluntários que quiserem colonizar o planeta Marte.

Mas há uma particularidade: a passagem será apenas de ida. Mesmo assim, a empresa já recebeu dados de milhares de possíveis candidatos a colonos.

[...]

Os astronautas terão de enfrentar uma viagem que deve durar entre sete a oito meses e deverão perder massa óssea e muscular.

Segundo [Bas Lansdorp, fundador da organização], depois de passar um tempo vivendo no campo gravitacional bem mais fraco de Marte, será quase impossível se reajustar de volta à gravidade mais forte da Terra.

[...]

Sinais vermelhos

O projeto envolve apenas tecnologias já existentes.

A energia será gerada por painéis solares e a água será reciclada e extraída do solo – se for encontrada.

Os astronautas vão cultivar os alimentos que vão consumir e, também, contarão com suprimentos de emergência. A cada dois anos, novos exploradores vão se juntar ao grupo de colonos.

Marte é um planeta varrido pelo vento solar. Na Terra, por outro lado, estamos protegidos do vento solar graças a um forte campo magnético. Sem esse escudo protetor, seria muito mais difícil sobreviver.

[...]

“Comunicaremos aos candidatos que há riscos, mas será nossa responsabilidade manter estes riscos em níveis aceitáveis”, afirmou [o dono da organização].

Fonte: Disponível em: <<https://www.inovacao tecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=viagem-so-ida-marte>> (acesso em: 18 out. 2018).

Questões

Respostas nas Orientações Didáticas.



- 1 Você se candidataria para ir a Marte? Apresente argumentos a favor ou contra a viagem, com base nas suas motivações pessoais, mas sem deixar de demonstrar embasamento científico em relação ao que foi estudado até o momento.
- 2 Esta atividade deverá ser realizada em grupo na forma de debate. A turma deverá ser dividida em grupos de 4 a 5 estudantes e discutir a seguinte questão:

Afinal, devemos investir em sobreviver no espaço e realizar viagens interplanetárias e interestelares?

Após um período de discussão e levantamento de argumentos contra e a favor da continuidade das viagens interplanetárias e interestelares, os grupos deverão escrever pequenas sínteses.

O próximo passo será a socialização dessas sínteses em forma de debate entre os grupos, coordenados pelo professor.

Orientações didáticas

Respostas e comentários das questões

Leitura complementar

1 e 2. Respostas pessoais. Espera-se que os estudantes consigam relacionar as motivações pessoais e da humanidade para uma viagem, ou não, para Marte nesse contexto. As sínteses devem fomentar argumentos à discussão a favor e contra as viagens interplanetárias e interestelares. A princípio, o foco está no estudante, mas mais adiante o foco passará para a humanidade como um todo.

- ▶ investimento poderia ser destinado ao desenvolvimento de tecnologias para resolver os problemas de obtenção e conservação de recursos naturais para a humanidade, junto com uma melhor distribuição de renda para todos.
3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes possam produzir um texto de forma sintética e clara. Esse texto é praticamente uma síntese do capítulo. Essa é uma boa oportunidade de um trabalho em conjunto com o professor de Língua Portuguesa.

Desafio

- a) Estão sendo descartados os foguetes propulsores responsáveis pelo lançamento do ônibus espacial. Eles utilizam combustível sólido e só param a combustão quando todo o combustível for utilizado.
- b) Foi descartado o tanque de combustível externo. Esse tanque contém combustível líquido utilizado pelo motor principal do ônibus espacial para manobras que adequam o ônibus à órbita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTÓTELES. *Física I – II*. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.
- BIZERRIL, M. X. A. *Savanas*. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BIZZO, N. *Do telhado das Américas à teoria da evolução*. São Paulo: Odysseus, 2003.
- BRANCO, Samuel M.; CAVINATTO, Vilma M. *Solos: a base da vida terrestre*. São Paulo: Moderna, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2017.
- _____. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Brasília, 2013.
- CANIATO, Rodolpho. *A terra em que vivemos*. São Paulo: Átmo, 2007.
- CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. *Princípios básicos do saneamento do meio*. São Paulo: Senac, 2007.
- DAWKINS, R. *Deus: um delírio*. São Paulo: Cia. das Letras, 2007.
- DOMENICO, G. *A poluição tem solução*. São Paulo: Nova Alexandria, 2009.
- EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. (Org.). *O que é vida? Para entender a Biologia do século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 31-56.
- FURLAN, S. A.; NUCCI, J. C. *A conservação das florestas tropicais*. São Paulo: Atual, 1999.
- GRIBBIN, John. *Fique por dentro da Física Moderna*. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.
- GRUPO DE REELABORAÇÃO DE ENSINO DE FÍSICA (GREF). *Física 1: Mecânica*. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2002.
- _____. *Física 2: Física Térmica/Óptica*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.
- _____. *Física 1: Eletromagnetismo*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.
- GUYTON, Arthur C.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- IVANISSEVICH, A.; ROCHA, J. F. V.; WUENSHE, C. A. (Org.). *Astronomia hoje*. Rio de Janeiro: Instituto Ciências Hoje, 2010.
- JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. *Biologia celular e molecular*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. *Química e reações químicas*. Rio de Janeiro: LTC, 1999. v. 1 e v. 2.
- MATTOS, N. S.; GRANATO, S. F. *Regiões litorâneas*. São Paulo: Atual, 2009.
- MAYR, Ernst. *Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Cia. das Letras, 2008.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da Biologia*. São Paulo: Unesp, 2010.
- NEIMAN, Z.; OLIVEIRA, M. T. C. *Era Verde: ecossistemas brasileiros ameaçados*. São Paulo: Atual, 2013.
- NEWTON, I. *Óptica*. São Paulo: Edusp, 2002.
- NÚCLEO DE PESQUISA EM ASTROBIOLOGIA IAG/USP. *Astrobiologia* [livro eletrônico]: uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet Edição, 2016.
- OLIVEIRA, K.; SARAIVA, M. F. *Astronomia e Astrofísica*. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- PÁDUA E SILVA, A. *Guerra no Pantanal*. São Paulo: Atual, 2011.
- PENNAFORTE, C. *Amazônia: contrastes e perspectivas*. São Paulo: Atual, 2006.
- POUGH, F. Harvey; JANIS, Christine M.; HEISER, J. B. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 2008.
- RAVEN, Peter H. et al. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- RIDLEY, M. *Evolução*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- RONAN, Colin A. *História Ilustrada da Ciência*. V. I, II, III e IV. São Paulo: Círculo do Livro, 1987.
- RUPPERT, Edward E.; FOX, Richard S.; BARNES, Robert. D. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Roca, 2005.
- SALDIVA, P. (Org.). *Meio Ambiente e Saúde: o desafio das metrópoles*. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2013.
- SCAGELL, Robin. *Fantástico e Interativo Atlas do Espaço*. Tradução Carolina Caires Coelho. Barueri: Girassol, 2010.
- SHUBIN, N. *A história de quando éramos peixes: uma revolucionária teoria sobre a origem do corpo humano*. Rio de Janeiro: Campus, 2008.
- SILVERTHORN, D. U. *Fisiologia humana: uma abordagem integrada*. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SOBOTTA. *Atlas of Human Anatomy*. Monique: Elsevier/Urban & Fischer, 2008.
- STEINER, J.; DAMINELLI, A. (Org.). *O fascínio do Universo*. São Paulo: Odysseus Editora, 2010.
- TIPLER, Paul A. *Física para cientistas e engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S. A., 2011. v. 2.
- _____. *Física*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S. A., 2000. v. 1.
- _____. *Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S. A., 2000. v. 3.
- TORTORA, Gerard J.; GRABOWSKI, Sandra Reynolds. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

